

Trabajo Fin de Máster

Nanotecnología en el Bachillerato del Siglo XXI

Nanotechnology in the High School of the 21st Century

Autor:

José Antonio Romero García

Directora:

María Pilar Lambán Castillo

Facultad de Educación

Año 2018

Índice de contenido

1	Introducción general.....	4
2	Aspectos innovadores y justificación de la necesidad proyecto.....	4
2.1	Estrategia de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente en Aragón RIS3, una apuesta por la Nanotecnología.....	6
3	Argumentación teórica del proyecto	7
4	Experiencias relacionadas llevadas a cabo en España.....	10
4.1	NanoEduca, Cataluña.....	10
4.2	Programa “Nano para profes”, País Vasco	11
4.3	Programa “Los NANOMartes”, Aragón	11
5	Análisis del contexto de aplicación del proyecto	11
5.1	Centro de implantación y datos generales del proyecto.....	11
5.2	Experiencias innovadoras previas en el centro	12
6	Análisis DAFO del proyecto	13
7	Objetivos específicos del proyecto.....	14
8	Competencias a desarrollar en el alumnado a través del proyecto.....	15
9	Contenidos del proyecto.....	16
9.1	Presentación del proyecto a la Dirección y al Departamento de Tecnología del centro.....	16
9.2	Formación básica para el profesorado en Nanotecnología	16
9.3	Presentación del proyecto y realización de charlas en el aula	17
9.4	Talleres prácticos en el aula	18
9.5	Visita al Instituto de Nanociencia de Aragón (INA).....	19
9.6	Elaboración de posters y presentaciones a través de exposiciones orales.	21
10	Temporalización del proyecto	22
11	Recursos y materiales.....	23
11.1	Materiales y espacios	23
11.2	Recursos Humanos.....	24
11.3	Otros recursos para el profesorado.....	24
12	Implicación de la comunidad educativa en el proyecto.....	25
13	Beneficiarios del proyecto.....	26
14	Evaluación de los resultados	26
14.1	Evaluación del cumplimiento de los objetivos por parte de los responsables y promotor del proyecto	27
14.2	Evaluación del cumplimiento de los objetivos del proyecto por el alumnado.....	27
14.3	Herramienta de recopilación de propuestas de mejora en el proyecto.....	28

15	Iniciación del proyecto en el Practicum III	28
15.1	Actividades del proyecto realizadas en el Practicum III	29
15.2	Evaluación de las partes llevadas a cabo del proyecto en el Practicum III.....	30
16	Conclusiones	32
17	Bibliografía.....	34
Anexo 1:	Encuesta de evaluación global del proyecto. Equipo docente.	36
Anexo 2:	Encuesta de evaluación global del proyecto. Alumnado.	37
Anexo 3:	Encuesta de evaluación de la charla sobre Nanotecnología. Alumnos.....	38
Anexo 4:	Encuesta de evaluación de la charla sobre Nanotecnología. Profesores.....	40
Anexo 5:	Contenidos de nuevos materiales. Libro editorial Mc Graw Hill. Tecnología Industrial I.	42
Anexo 6:	Descripción de los experimentos contenidos en el Kit Nano School Box.	46

1 Introducción general

En el presente Trabajo de Fin de Máster se propone la implantación del proyecto de Innovación Educativa “Nanotecnología en el Bachillerato del Siglo XXI”, dirigido al alumnado de 1º de Bachillerato.

El objetivo principal del proyecto que se presenta en este documento es que tanto el alumnado como el equipo docente del área de tecnología, implicados en el proyecto, sean conocedores de la Nanotecnología como uno de los grandes motores de innovación en el ámbito de los materiales en la actualidad, acercando los conocimientos más fundamentales de este campo al aula a través de charlas, experimentos y actividades donde los propios educandos serán los protagonistas principales.

A lo largo del documento se desglosan los datos principales del proyecto, objetivos a conseguir y actividades a llevar a cabo, así como las herramientas a utilizar para realizar la evaluación del proyecto.

2 Aspectos innovadores y justificación de la necesidad proyecto

La educación de nuestros jóvenes precisa cada vez más de modelos adecuados a los tiempos y tecnologías actuales. La tecnología está en constante evolución y requiere de una permanente adaptación de conocimientos con el fin de conocer el estado actual de la misma en sus distintos ámbitos, por ello, poder llevar a cabo proyectos innovadores teniendo la oportunidad de establecer colaboraciones con entidades y centros en ámbitos punteros de la ciencia y la tecnología, puede resultar muy importante de cara a poder adecuar los conocimientos e intereses del alumnado en tecnologías concretas, permitiendo conocer de primera mano el escenario tecnológico actual y aportando a los educandos una visión que bien pudiera ser relevante para el alumnado en la toma de decisiones futuras respecto de su futuro profesional, o bien para proseguir sus estudios en la Universidad u otras modalidades de Formación Profesional.

Como claro ejemplo de estas tecnologías, la Nanociencia y la Nanotecnología, han contribuido de forma importante al desarrollo de nuevos materiales y a la mejora de los ya existentes, dotándolos de extraordinarias propiedades que van más allá de las conocidas hasta ahora, en lo que desde el ámbito científico y empresarial ya se han considerado como unas de las tecnologías claves que están contribuyendo a una revolución tecnológica en el Siglo XXI, y que de una forma



Aplicaciones de la Nanotecnología [13]

exponencial están dando lugar a la aparición en el mercado de multitud de productos basados en la Nanotecnología, que aportan mejoras sobre los anteriores o bien propiedades totalmente novedosas.

En la actualidad, las programaciones didácticas de ESO y Bachillerato en determinadas asignaturas como Química, Física o Tecnología no profundizan apenas en temas relacionados con los nuevos materiales o con la Nanotecnología, si bien, es cierto que la mayoría de editoriales sí que hacen referencia a esta temática de una forma bastante superficial. En concreto en la asignatura de Tecnología Industrial I, correspondiente al curso de 1º de Bachillerato, en el bloque de contenidos relativo a materiales apenas se realiza una breve introducción a la Nanotecnología. En el anexo 5 se indican los contenidos presentes en uno de los libros de referencia consultados de Tecnología Industrial I, De las Heras (2017), de la editorial Mc Graw Hill.

Por la repercusión actual y futura que la Nanotecnología tendrá sobre muchos de los materiales y sistemas que nos rodean y por su incidencia en algunos ámbitos directamente relacionados con nuestra salud, el almacenamiento de energía o el desarrollo de nuevas tecnologías de la información y comunicación entre otros, se hace necesario que esta parte de la ciencia, la Nanotecnología, esté presente de una forma decidida en la programación de las enseñanzas previas al ámbito universitario, ya que por su relevancia se requiere que el alumnado sea conocedor de la misma, haciéndolo de una forma estructurada en los centros y que vaya más allá de la superficialidad con la que se trata en los contenidos curriculares actuales.

Así pues, a través del proyecto “Nanotecnología en el Bachillerato del Siglo XXI” se pretende acercar el mundo de la Nanotecnología al alumnado de 1º de Bachillerato, de forma que pueda contribuir a desarrollar sus competencias básicas en el ámbito de los nuevos materiales y a ampliar los conocimientos sobre éstos en la nanoescala. Para ello, se propone un atractivo proyecto que combina formación para docentes y alumnado, a través de sesiones teóricas, realización de experimentos y visitas, un programa que a buen seguro resultará del agrado de los participantes.

Como un aspecto innovador relevante dentro del proyecto, se pretende llevar a cabo un acuerdo con el Instituto de Nanociencia de Aragón (INA), como centro de investigación colaborador



[Instituto de Nanociencia de Aragón \(Universidad de Zaragoza\)](#)

en el proyecto. En dicho acuerdo se establecerán las condiciones en que el INA prestará su apoyo al proyecto en aspectos tales como la formación del profesorado de Tecnología Industrial del I.E.S. Pedro de Luna, donde se implantará el proyecto propuesto, en los aspectos más fundamentales de la Nanotecnología, así como en la

impartición de charlas y talleres demostrativos por parte de investigadores del INA o la realización de una visita a los laboratorios del INA a la que asistirá el alumnado y el equipo docente, participantes en el proyecto.

2.1 Estrategia de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente en Aragón RIS3, una apuesta por la Nanotecnología



Estrategia de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente en Aragón (RIS3)

Después de varios meses de trabajo y habiendo contado con la participación de todos los agentes sociales y económicos presentes en la Comunidad Autónoma de Aragón, se hizo pública en mayo de 2015 la Estrategia de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente en Aragón (RIS3) [1]. En este documento se definen unas prioridades de tipo horizontal, las denominadas Tecnologías Facilitadoras Esenciales (KETs) que la estrategia RIS3 Aragón quiere fomentar, basadas también en las fortalezas y elementos diferenciadores detectados en la economía aragonesa: **Nanotecnología, Nuevos Materiales**, Nuevas Tecnologías de Producción y las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Así mismo, en esta estrategia se hace hincapié en el **desarrollo del talento y la formación** como palancas clave para conseguir los objetivos marcados en el horizonte del año 2020. Por tanto, se hace necesario impulsar la formación, desde los centros educativos aragoneses y en enseñanzas previas a la educación superior, en las nuevas tecnologías facilitadoras clave y **en concreto las relacionadas con la Nanotecnología y nuevos materiales**, objeto del proyecto de innovación propuesto en este documento. Por todo ello, la implantación del proyecto de innovación propuesto, contribuirá a la

consecución de los objetivos previstos en la estrategia RIS3, acercando de una forma decidida la Nanotecnología a los centros de ESO y Bachillerato.

3 Argumentación teórica del proyecto

Los principios conceptuales de la Nanotecnología se le atribuyen al físico norteamericano Richard Feynman. En el congreso de la Sociedad Americana de Física de 1959 que tuvo lugar en el Instituto de Tecnología de California (CalTech), en su conferencia titulada “There’s plenty of room at the bottom” (Hay mucho espacio en el fondo, en su traducción al castellano), Feynman (1959), introdujo un proceso por medio del cual podríamos llevar a cabo la manipulación de átomos y moléculas individuales, empleando herramientas de precisión para construir y operar a su vez otro conjunto de herramientas de menores proporciones, y así sucesivamente hasta alcanzar la nanoescala, es decir, hasta llegar a lo más ínfimo de la materia, a los átomos. Feynman (1959), anticipó en su conferencia una nueva forma de entender la relación con los materiales, y así, afirmó que en el mundo de lo muy, muy pequeño muchas cosas podrían suceder, porque los átomos se comportan de manera distinta a como lo hacen los objetos a mayor escala. Feynman obtuvo el premio Nobel de Física en 1965, seis años después de pronunciar aquella conferencia que hizo que muchas de las teorías sobre la física de los materiales a su nivel más elemental tuvieran que replantearse. Así pues, desde el ámbito científico se considera la conferencia pronunciada por Feynman (1959), como el origen de lo que hoy se conoce con el término Nanociencia o Nanotecnología, ésta última cuando se trata de productos o sistemas aplicables o más cerca de su uso en aplicaciones reales.

Son varios los artículos y materiales publicados por diversos autores que hacen referencia a la importancia de la divulgación de la Nanociencia y la Nanotecnología, así como a la necesidad del acercamiento de las citadas tecnologías al alumnado de ESO y Bachillerato, como un aspecto relevante a la hora de la formación del alumnado en una disciplina de la ciencia que ya juega un papel destacado en la vida de las personas y que lo hará todavía de una forma mucho más importante en años venideros.

Uno de los autores españoles más relevantes en el ámbito de la divulgación científica en el campo de la Nanociencia y la Nanotecnología es Pedro A. Serena, doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Autónoma de Madrid e investigador vinculado al CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). Serena (2012), en su artículo “La Nanotecnología: del laboratorio a las aulas” realiza un resumen preciso sobre qué es la Nanotecnología y cómo a través de ésta, mediante el control de la geometría y el tamaño de las estructuras que forman los materiales a nivel nanométrico o incluso atómico, es posible modificar las funcionalidades finales de los mismos, dotándolos de propiedades sorprendentes y en algunos de los casos desconocidas hasta la fecha. Así mismo, se destaca en el mismo artículo la imparable evolución de la Nanotecnología, siendo ésta una ciencia multidisciplinar que atañe a la totalidad de los sectores

económicos: materiales, electrónica, TIC, energía, medioambiente, transporte, construcción, sector textil, biotecnología, salud, agricultura, industria cosmética o la alimentación entre los más destacados.

Algunas de las aplicaciones y usos de la Nanotecnología destacados en el artículo de Serena (2012) son el uso de nanotubos de carbono para la mejora de propiedades mecánicas (resistencia, robustez, aligeramiento estructural, etc.), la aparición del grafeno como material revolucionario con aplicaciones en electrónica o en el almacenamiento de energía entre otras, el desarrollo de nanopartículas funcionalizadas para diversas aplicaciones con fines bactericidas, para uso en tejidos inteligentes, para la mejora del rendimiento de células solares o en el ámbito de salud para la liberación controlada de fármacos en el tratamiento de enfermedades como el cáncer o en la detección precoz de otras como el alzhéimer. Algunas de las aplicaciones más relevantes se pueden consultar en la serie de artículos dedicada a la Nanotecnología en la sección digital del diario El Mundo [2].

Son muchos los productos y aplicaciones que hacen uso de la Nanotecnología en nuestra vida cotidiana, así según el portal web Statnano [3] dedicado a la recopilación de datos relativos al ámbito de la Nanotecnología a nivel mundial, son a día de hoy más de 8200 los productos y aplicaciones comercializados que ya incorporan Nanotecnología en los mismos, producidos o desarrollados en más de 55 países distintos, estando presentes de forma transversal en todos los sectores de actividad.

Por todo el anteriormente expuesto, Serena (2012) considera una gran oportunidad el acercamiento de la Nanotecnología a las aulas de ESO y Bachillerato, ya que de esta forma el alumnado tendrá la oportunidad de formarse en una de las ramas de la ciencia más emergentes en cuanto al ámbito de los nuevos materiales se refiere, permitiendo incorporar elementos de la Nanotecnología a diversas asignaturas como Biología, Física, Química o Tecnología entre otras. Por otra parte, también supone una oportunidad de formación para el profesorado que no se debería desaprovechar, ya que en la medida en que desde los centros de ESO y Bachillerato se introduzcan este tipo de tecnologías novedosas y disruptivas dentro de los planes de enseñanza, al menos con el objetivo de que el alumnado sea conocedor de su existencia y de sus repercusiones más directas sobre nuestra vida cotidiana, se estará creando una base de conocimiento que fomentará y potenciará en el futuro la creación de un tejido productivo de alto valor añadido sustentado en el conocimiento, algo sin duda de gran importancia para nuestra sociedad, y donde la propia implicación de los centros y en especial de los cuerpos docentes resultará fundamental.

Serena (2013), en el artículo “La Nanotecnología, una dimensión desconocida” hace referencia a la madurez de la Nanotecnología, que en los últimos 40 años aproximadamente ha sufrido un desarrollo exponencial en todos los aspectos que conforman dicha disciplina, pudiéndose ya considerar como una ciencia suficientemente asentada y desarrollada, aun cuando su recorrido es todavía

prometedor y su progresión en cuando a su presencia en la sociedad está en una fase que puede considerarse incipiente, ya que las previsiones de crecimiento tanto en volumen global de negocio como en las necesidades de profesionales formados en este campo serán muy relevantes en los años venideros. Así, el autor define a la Nanotecnología como “un enriquecedor espacio que requiere actuar con una mentalidad abierta, dispuesta al intercambio de conceptos y metodologías” (Serena, 2013, p. 2).

Destaca Serena (2013), las iniciativas y el apoyo que desde los gobiernos de los diferentes países ha tenido la Nanotecnología para su desarrollo. En este sentido se indican ejemplos donde ha existido una apuesta clara por el desarrollo de esta línea tecnológica en EE.UU o en otros países como Japón, Corea del Sur, Alemania o Francia. En cuanto a España, indicar que también se han llevado a cabo apuestas muy decididas de apoyo desde los distintos gobiernos centrales y autonómicos, creando polos científicos muy relevantes que han dado lugar a importantes centros de investigación punteros en el ámbito de la Nanotecnología. En este sentido y focalizando sobre las iniciativas llevadas a cabo en la Comunidad Autónoma de Aragón, cabe destacar la creación en el año 2003 del Instituto de Nanociencia de Aragón, como apuesta de la Universidad de Zaragoza y del propio gobierno autonómico por potenciar y desarrollar en Aragón una de las disciplinas con amplio potencial de crecimiento. A día de hoy puede afirmarse que el INA ha conseguido los objetivos previstos en cuanto a potencial investigador, siendo un centro de reconocido prestigio en este campo a nivel nacional e internacional.

La Nanotecnología ha conseguido crear una masa crítica muy relevante, sustentada principalmente en el ámbito investigador a través de los numerosos grupos de investigación presentes en universidades y centros de investigación, además de la contribución del mundo empresarial, donde se han realizado importantes esfuerzos inversores en el desarrollo de productos novedosos basados en la Nanotecnología, según apunta Serena (2013). En cuanto al conocimiento que la sociedad en general tiene sobre el mundo “nano”, hay todavía un importante desconocimiento sobre qué es y las aplicaciones en las que está presente la Nanotecnología, aun cuando es posible que los propios ciudadanos estén utilizando productos nanotecnológicos sin saberlo. Así, de acuerdo a los datos ofrecidos por el portal Nanopinion [4], acerca del conocimiento por parte de los ciudadanos sobre Nanotecnología, en general éstos dicen saber o haber oído sobre la Nanotecnología, si bien, muchos de ellos no saben sus aplicaciones o las consecuencias de su uso, en particular en aquellas aplicaciones dirigidas al ámbito de la salud.

La última parte del artículo de Serena (2013), está referida a la importancia de la enseñanza y la divulgación de la Nanotecnología, como aspectos determinantes para que la sociedad tome conciencia de sus beneficios, así como también de las posibles consecuencias asociadas a su uso, dotando a los ciudadanos de criterios a la hora de tomar decisiones en torno a la presencia de la Nanotecnología en sus vidas. Poniendo

el foco en la educación y en la enseñanza de aspectos relativos a la Nanotecnología, se destaca en el artículo, cómo a nivel de enseñanzas superiores si existe una notable presencia de programas de formación donde incluso algunos grados universitarios incorporan asignaturas específicas sobre Nanotecnología, existiendo por otra parte másteres específicos sobre esta temática. Por el contrario, el acercamiento de la Nanotecnología a las aulas en la Enseñanza Secundaria y en Bachillerato es mucho más escaso, reduciéndose su presencia a algunas introducciones bastante superficiales a este campo en algunas asignaturas.

4 Experiencias relacionadas llevadas a cabo en España

A continuación se detallan algunas de las experiencias más relevantes llevadas a cabo en España en relación a la divulgación y formación sobre Nanotecnología en centros de ESO y Bachillerato.

4.1 NanoEduca, Cataluña

NanoEduca [5], es una experiencia dirigida a la introducción de la Nanociencia y la Nanotecnología a alumnos y profesores de Secundaria y Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cataluña. Los promotores de la iniciativa son la Universidad de Barcelona (UB), el Instituto Catalán de Nanociencia y Nanotecnología (ICN2), la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) y el CESIRE del Departamento de Educación de la Generalitat de Cataluña.



El proyecto Nanoeduca, que ya lleva en funcionamiento varios años en Cataluña, pretende acercar el mundo de la Nanociencia y la Nanotecnología a los centros de enseñanza a través de charlas y experiencias didácticas que permiten a los alumnos conocer de primera mano qué es la Nanotecnología, para qué sirve y cómo pueden interactuar con ella para poder mejorar el entorno que les rodea. Este programa incorpora un concurso de pósteres científicos entre los I.E.S. participantes en cada una de las ediciones.

Una de las bases del éxito de esta experiencia es la implicación de diferentes instituciones con peso específico dentro del ecosistema académico, investigador y político de Cataluña, consiguiendo de esta forma una masa crítica capaz de movilizar a muchos centros de Enseñanza Secundaria y Bachillerato, siendo bastante numeroso el número de centros que se ha acogido a la iniciativa, por lo que la difusión actual del programa en esta comunidad es considerable.

4.2 Programa “Nano para profes”, País Vasco

El programa “Nano para profes” [6] es una iniciativa surgida en nanoGUNE (centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología del País Vasco), en colaboración con el Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura del Gobierno Vasco. El programa ofrece un curso introductorio a la nanotecnología para profesores de institutos del área de ciencia y tecnología. Este curso se oferta dentro del programa PREST-GARA (anteriormente conocido como GARATU), y los objetivos del curso son los siguientes:

- Entender los conceptos clave de la nanotecnología y su relación con el desarrollo de la ciencia y la tecnología en los siglos XX y XXI.
- Describir el entorno teórico y las herramientas fundamentales para la nanotecnología.
- Presentar los más recientes descubrimientos en este campo.
- Tener una visión cercana del día a día de los científicos e investigadores.
- Remarcar la relevancia de la interacción entre la investigación, educación, empresas y la sociedad en general.

4.3 Programa “Los NANOmartes”, Aragón

El proyecto “NANOmartes” [7] surgió como fruto de la estrecha colaboración entre el programa “Ciencia Viva” perteneciente al Departamento de Educación del Gobierno de Aragón y el INA (Instituto de Nanociencia de Aragón). “Ciencia Viva” es un programa en el que participan profesores de diversos centros educativos de Aragón y cuyos miembros han colaborado en la coordinación y ejecución de este proyecto, que se planteó como una actividad a ejecutar por el propio profesor. Tras un periodo de formación para los docentes impartido por el INA y con ayuda de una guía didáctica, los propios profesores son los que introducen a sus alumnos en el mundo de la Nanociencia, tratando de despertar en ellos el interés por esta rama de la ciencia. “NANOmartes” resulta pues una herramienta divulgativa con la que acercar la nanociencia a ambos colectivos, docentes y alumnado, desde 3º de ESO hasta 2º de Bachillerato.

A fecha actual el proyecto no se encuentra activo, si bien, los kits didácticos que se utilizaron en el proyecto siguen vigentes en el Instituto de Nanociencia de Aragón y se prestan a los centros de Secundaria y Bachillerato que así lo solicitan.

5 Análisis del contexto de aplicación del proyecto

5.1 Centro de implantación y datos generales del proyecto

- Título: Nanotecnología en el Bachillerato del Siglo XXI.
- Centro de implantación: I.E.S. Pedro de Luna (Zaragoza).

- Docente promotor del proyecto: José Antonio Romero García.
- Docentes colaboradores: Profesorado del Departamento de Tecnología del I.E.S. Pedro de Luna (Zaragoza).
- Curso al que se dirige el proyecto de innovación educativa: Alumnado de 1º de Bachillerato en la asignatura de Tecnología Industrial I.

5.2 Experiencias innovadoras previas en el centro

El I.E.S. Pedro de Luna es un centro con una marcada vocación innovadora. En los últimos años el centro ha desarrollado diversos proyectos de innovación que han contribuido a crear un clima propicio para que los mismos hayan sido exitosos, implicando en ello al equipo directivo del centro, al equipo docente y por supuesto al propio alumnado, que muestra gran interés por todas las iniciativas propuestas. Cabe destacar proyectos y programas de innovación educativa con los que el centro está plenamente identificado como el programa de bilingüismo MEC – British Council, siendo uno de los centros pioneros en Aragón en su implantación o el proyecto educativo en torno al teatro, Clásicos Luna.



I.E.S. Pedro de Luna
(Zaragoza)

Es por otro lado destacable la alta capacidad del equipo docente en el área de Tecnología y Tics, donde se han desarrollado buena parte de los proyectos de innovación realizados en el centro con anterioridad, relacionados con la Impresión 3D, la Robótica o el desarrollo de aplicaciones para móviles. Por tanto, poder llevar a cabo un nuevo proyecto como el que se plantea en este documento no supondrá ningún problema para su implantación, sino más bien un estímulo por abordar un nuevo reto en favor de propiciar una educación de mayor calidad y que pueda dar cabida a procesos innovadores dentro del proceso de Enseñanza-Aprendizaje llevado a cabo en el centro.

En este contexto, se pretende potenciar el área de aprendizaje relativa a nuevos materiales y en concreto el ámbito de la Nanotecnología, a través del proyecto de innovación “Nanotecnología en el Bachillerato del Siglo XXI”, en una temática con amplio recorrido a futuro y con alto atractivo para el alumnado por su propia novedad y singularidad. Así pues, supone para el centro un reto poder ser pioneros en la introducción de la Nanotecnología en los centros de Bachillerato de Aragón, a la vez que un gran estímulo para los docentes implicados en el proyecto.

6 Análisis DAFO del proyecto

Como paso previo a la presentación de las actividades a desarrollar en el proyecto de innovación objeto de este documento, se ha realizado un análisis DAFO sobre las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades que podrían ir asociadas al propio proyecto y que se detallan a continuación:

Debilidades:

- No existe excesivo conocimiento de la Nanotecnología por parte de los docentes.
- Falta de conocimiento real sobre usos de la Nanotecnología en productos de uso común así como de las propiedades que aportan a los mismos.
- Desconocimiento por parte del alumnado de las posibilidades que el ámbito de la Nanotecnología puede aportarles en el futuro inmediato, tanto a nivel formativo como laboral.

Amenazas:

- Otros proyectos de innovación educativa podrían irrumpir en el área de Tecnología y Tics pudiendo verse afectada la continuidad del proyecto propuesto en el ámbito de la Nanotecnología.
- Nuevas leyes educativas podrían relegar a la Tecnología en Bachillerato a un segundo plano.
- Podría parecer que la Nanociencia es algo demasiado alejado del ámbito educativo en el ciclo de Bachillerato.

Fortalezas:

- Existencia de un centro altamente capacitado en Investigación en Nanotecnología en Aragón como es el Instituto de Nanociencia de Aragón (INA) que dará soporte al proyecto.
- Desde el Gobierno de Aragón se ha definido a la Nanotecnología como una de las tecnologías claves para el desarrollo económico de Aragón en los próximos años, de acuerdo a la Estrategia de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente (RIS3).
- Ámbito de conocimiento novedoso para el alumnado y profesorado que puede resultar muy atractivo a ambos.

Oportunidades:

- Oportunidad de ser pioneros en la implantación de un proyecto de innovación educativa relacionado con la Nanotecnología en Aragón de una forma reglada y estructurada en base a un proyecto innovador.
- Posibilidad de poder expandir este proyecto a más centros en años posteriores, con la posibilidad de poderlo introducir en 4º curso de ESO.
- Posibilidad de que surjan nuevos proyectos de innovación educativa en el futuro en el ámbito de la Nanotecnología, teniendo como base este proyecto.

7 Objetivos específicos del proyecto

Los objetivos concretos que se persiguen con la implantación del proyecto son los siguientes:

- Introducir los conceptos fundamentales de la Nanotecnología en Bachillerato dada la relevancia que ésta ya tiene en muchos de los productos y aplicaciones que nos rodean y la presencia cada vez más notable en nuestra sociedad.
- Mejorar la capacitación profesional del profesorado en los conceptos básicos de la Nanotecnología y en general en las nuevas tecnologías de materiales, consiguiendo así una actualización de conocimientos acorde al estado del arte en este ámbito.
- Fomentar el interés del alumnado en las disciplinas científico-técnicas en cursos previos a la educación superior.
- Desarrollar las competencias en el alumnado relacionadas con el aprendizaje sobre Nanotecnología y los materiales de nueva generación, así como otras competencias transversales derivadas de la puesta en marcha del proyecto.
- Tomar conciencia sobre la importancia de la Nanotecnología como ciencia transversal en el siglo XXI y considerarla como una tecnología de interés general.
- Trasladar y concienciar al conjunto de la comunidad educativa sobre la presencia cada vez más habitual de productos nanotecnológicos en nuestra vida cotidiana.
- Establecer una red de colaboración entre investigadores y docentes que permita que la ciencia y en particular la Nanociencia y la Nanotecnología puedan ser accesibles a niveles formativos previos a la educación superior.
- Contribuir desde la comunidad educativa al desarrollo de las líneas sobre especialización inteligente trazadas desde el Gobierno de Aragón, donde la Nanotecnología ha sido seleccionada como una de las tecnologías transversales clave y habilitadoras para el crecimiento de la economía aragonesa, abordándolas desde la educación en ciclos previos a la educación superior.
- Crear el proyecto de innovación base en el ámbito de la Nanotecnología para que éste pueda en el futuro inmediato ser complementado con nuevos proyectos de innovación en este campo, pudiendo ser de aplicación en otros cursos de ESO y Bachillerato, así como ser exportado a otros centros educativos aragoneses.

8 Competencias a desarrollar en el alumnado a través del proyecto

A través de la puesta en marcha del proyecto se pretenden desarrollar en el alumnado competencias específicas relativas a la Nanotecnología, además de otras que de forma transversal se desarrollan a través de la implantación del proyecto:

- Competencia en comunicación lingüística (CCL), a través de la adquisición y comprensión del vocabulario específico del ámbito de la Nanotecnología, así como a través de la elaboración de trabajos y exposiciones previstas en el proyecto.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), a través de la asimilación y uso de estándares propios de la Nanotecnología, tales como las unidades de medida, cuya unidad pasa a ser el nanómetro, así como otros aspectos y conceptos propios del ámbito de la temática propuesta.
- Competencia de aprender a aprender (CAA), a través del desarrollo de estrategias de aprendizaje que favorezcan la organización del aprendizaje de manera efectiva, ya sea individualmente o en grupo, de manera que se favorezca el desarrollo de técnicas para aprender, organizar, memorizar y recuperar la información. El alumnado deberá apoyarse en conocimientos ya adquiridos previamente en el ámbito de los materiales y de su estructura interna (química, física, tecnología, etc.), para así poder asimilar los nuevos conocimientos específicos sobre Nanotecnología.
- Competencia Digital (CD), a través del uso del ordenador para la búsqueda de información en Internet para la elaboración de algunas de las tareas propuestas en el marco del proyecto (póster y presentación final).
- Competencias Sociales y Cívicas (CSC), a través del trabajo colaborativo, potenciando el desarrollo de valores de tolerancia, respeto y compromiso ya que el alumno expresa, discute, razona y toma decisiones sobre las mejores soluciones a adoptar en común. El desarrollo de esta competencia se verá reflejada en los trabajos grupales a desarrollar, así como en las visitas programadas en el proyecto a otros centros, donde el civismo y respeto deben estar presentes en cada una de estas acciones.
- Competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (CSIEE), a través de la toma de decisiones desde el conocimiento de uno mismo, en la realización de forma autónoma y creativa de actividades y en la habilidad para planificar y gestionar el trabajo asociado al proyecto, trabajando de forma individual o en equipo.
- Competencia de Conciencia y Expresiones Culturales (CCEC), a través de la aportación de ideas que fomenten la creatividad y la expresión de ideas desde un sentido crítico. La Nanotecnología es una ciencia transversal de aplicación en diversidad de aplicaciones en la vida real, pero ello también podría conllevar su aplicación para propósitos que pudieran ser no del todo lícitos, por lo que se hace necesario despertar en el alumnado la capacidad de análisis

y reflexión, a través del cuestionamiento de determinadas actitudes y conciencias relativas al uso de la Nanotecnología.

9 Contenidos del proyecto

La estructura del proyecto se compone de 6 bloques principales de contenidos:

1. Presentación del proyecto a la Dirección y al Departamento de Tecnología del centro.
2. Formación básica para el profesorado en Nanotecnología.
3. Presentación del proyecto y realización de charlas en el aula.
4. Talleres prácticos en el aula.
5. Visita al Instituto de Nanociencia de Aragón (INA).
6. Elaboración de posters y presentaciones a través de exposiciones orales.

9.1 Presentación del proyecto a la Dirección y al Departamento de Tecnología del centro

Actividades a desarrollar:

- Presentación del proyecto de innovación a la Dirección del centro y a los docentes que integran el Departamento de Tecnología por parte del promotor del proyecto.
- Durante la presentación se detallarán todos los aspectos relevantes del proyecto: objetivos, ámbito de aplicación, actividades a desarrollar, etc.

Metodología:

- Presentación utilizando los medios que se estimen oportunos (pizarra, proyector, etc.).
- Temporalización: según calendario del proyecto.

Recursos y materiales:

- La reunión tendrá lugar en un aula o sala de reuniones del centro.
- Se utilizará el proyector y otros recursos que se estimen oportunos.

9.2 Formación básica para el profesorado en Nanotecnología

Actividades a desarrollar:

Jornada 1. A realizar en el Instituto de Nanociencia de Aragón. Las distintas presentaciones serán llevadas a cabo por personal del INA.

- Presentación de la Jornada.
- Ponencia 1: ¿Qué es la Nanotecnología? Aplicaciones.
- Ponencia 2: Nanomateriales. ¿Qué son? Aplicaciones.

- Recursos educativos en Nanotecnología. Presentación del kit “Nano School Box”, que será usado en los talleres a realizar por parte del alumnado.
- Presentación de otros recursos didácticos sobre Nanotecnología.
- Visita al LMA (Laboratorio de Microscopías Avanzadas), donde se podrán ver algunos de los microscopios más avanzados en la actualidad, con capacidad de observación, análisis y manipulación de la materia a escala atómica y molecular.

Jornada 2. A realizar en el I.E.S. “Pedro de Luna”.

- Experimentación con los kits “Nano School Box”. Los docentes estarán asesorados por un técnico del INA que explicará en detalle la forma de realizar cada uno de experimentos a realizar en los talleres con el alumnado.
El kit “Nano School Box” incorpora un total de 14 experimentos distintos, todos ellos relacionados con el uso de la Nanotecnología. Ver **anexo 6**.

Metodología:

- Jornada 1: Impartición de charlas y visita al INA.
- Jornada 2: Experimentación en el aula con los Kits que posteriormente utilizarán los docentes con los alumnos para el desarrollo de los talleres.
- Temporalización: según calendario del proyecto.

Recursos y materiales:

- Adquisición de 5 unidades del Kit didáctico “Nano School Box” [8] por parte del I.E.S. Pedro de Luna.
- Uso de las instalaciones del INA y del I.E.S. Pedro de Luna (uso del proyector y otros medios disponibles).
- El INA entregará a todos los docentes asistentes a las Jornadas dossieres sobre las distintas líneas de trabajo que se llevan a cabo en el Instituto en el ámbito de la Nanotecnología.

9.3 Presentación del proyecto y realización de charlas en el aula

Actividades a desarrollar:

- Presentación del proyecto al alumnado: Se realizará el día de comienzo del trabajo con el alumnado, realizando una introducción general sobre el proyecto, así como describiendo la planificación general de actividades y objetivos pretendidos con su puesta en marcha. Esta presentación se llevará a cabo por los docentes responsables del área de Tecnología en el I.E.S. Pedro de Luna y por el promotor del proyecto.

- Charla 1: Nanotecnología y sus aplicaciones. La charla correrá a cargo del personal del INA. La sesión se complementará con la realización de experimentos en el aula con el Kit “Nano School Box”[8].
- Charla 2: Se realizará en la mitad del proyecto. Nanotecnología aplicada a sector textil y medicina. Se visualizarán 2 vídeos realizados en el INA sobre los temas objeto de la charla. La charla será impartida por personal del INA.

Metodología:

- La primera de las charlas será una introducción general del proyecto con el alumnado y se mostrarán los experimentos que se realizarán en los talleres durante el proyecto, llevando a cabo algunos de estos experimentos al finalizar la charla.
- La segunda de las charlas será una exposición acerca de aplicaciones de la Nanotecnología en sectores concretos.
- Temporalización: según calendario del proyecto.

Recursos y materiales:

- Kits “Nano School Box” [8].
- Aula que incorpore proyector y audio.

9.4 Talleres prácticos en el aula

Actividades a desarrollar:

Los talleres se basarán en el uso del Kit “Nano School Box” [8]. Esta herramienta educativa incorpora 14 experimentos donde se explican los principios básicos de la Nanotecnología, incluyen una guía práctica que permite conocer la teoría y aplicación de los principios fundamentales de la Nanotecnología, y ofrece al alumnado herramientas para introducirlos al mundo de la investigación.

Los experimentos incorporados en el Kit “Nano School Box”, ver **anexo 6**, son los siguientes:

1. Experimento para obtener el Efecto Lotus.
2. Superficies hidrofóbicas en madera y piedras.
3. Superficies hidrofóbicas en textiles.
4. Superficies hidrófilas: “Tinta invisible” en vidrio.



Kit Nano School Box



Experimentos: Kit Nano School Box

5. Recubrimientos resistentes al rayado en madera.
6. Nanorecubrimientos para protección contra el fuego.
7. Conductividad eléctrica del vidrio por óxido de Estaño e Indio.
8. Fotocatálisis con Óxido de Titanio.
9. Ferrofluídos en el campo magnético.
10. Identificación de coloides a través del Efecto Tyndall.
11. Producción de oro a nanoescala.
12. Uso de clústeres de oro en la nanoescala en un test de embarazo.
13. Memoria de metales – Movimientos atómicos en la nanodimensión.
14. Generación de fuego a través de pequeñas partículas.

Metodología:

- El alumnado desarrollará los experimentos en grupos de 4/5 componentes. Los grupos que se establezcan el día que comiencen los talleres permanecerán así hasta el final del proyecto de innovación.
- El primer día de talleres el investigador del INA invitado explicará cómo llevar a cabo los experimentos junto al docente correspondiente, que previamente ya habrá recibido la formación establecida en el marco del proyecto.
- Cada uno de los experimentos tendrá una duración aproximada de 10 minutos. En cada clase de 50' se realizarán 4 experimentos por cada grupo.
- Los alumnos deberán realizar fotos y tomar de notas necesarias en la realización de los experimentos, para poder documentar el trabajo final que se realice sobre el proyecto a través del póster.
- En los últimos 10 minutos de cada clase cada grupo deberá completar una ficha en su cuaderno digital, donde se recoja la información más relevante de cada uno de los experimentos vistos: qué se ha aprendido, aplicaciones reales, dificultades encontradas en el desarrollo del experimento, etc. Los campos a completar estarán desarrollados en una ficha digital estándar para todos los grupos, para así poder extraer información más estructurada de cara a la mejora a futuro de alguno de los experimentos del proyecto y poder estandarizar los criterios de calificación de la fichas.
- Temporalización: según calendario del proyecto.

Recursos y materiales:

- Kits “Nano School Box” [8].
- Ordenadores para completar las fichas digitales en cada uno de los experimentos.

9.5 Visita al Instituto de Nanociencia de Aragón (INA)

Actividades a desarrollar:

En una fecha previa a la finalización del proyecto se llevará a cabo una visita al Instituto de Nanociencia de Aragón, un centro de referencia en Aragón en investigación en Nanotecnología.

Durante la visita se realizarán las siguientes acciones:

- Charla de bienvenida por parte de alguno de los integrantes del equipo directivo del INA.
- Presentación de uno de los proyectos de investigación que se lleven a cabo en el INA en algún ámbito de especial interés para el alumnado. La presentación la llevará a cabo uno de los investigadores integrantes del proyecto seleccionado. Se pretende con ello que el alumnado pueda conocer un proyecto de investigación real en un centro de investigación puntero en la temática del proyecto.
- Visita a las instalaciones y laboratorios más relevantes del INA, donde destaca el LMA (Laboratorio de Microscopías Avanzadas) como instalación de referencia en todo el territorio nacional en el ámbito del análisis, observación y caracterización de materiales a escala atómica y molecular.



Microscopio Titan. LMA-INA.

Metodología:

- El alumnado junto al equipo docente que realice la visita, realizarán el desplazamiento en autobús hasta el INA.
- La visita se realizará en las 3 últimas horas de la mañana, con el objeto de interferir lo menos posible al resto de las clases de esa jornada.
- Se comunicará previamente a los docentes de otras asignaturas que pudieran ver alteradas sus clases como consecuencia del viaje.
- Temporalización: según calendario del proyecto.



Sala Blanca. LMA-INA.

Recursos y materiales:

- Instalaciones del INA-LMA.

- Autobús.

9.6 Elaboración de posters y presentaciones a través de exposiciones orales.

Actividades a desarrollar:

Como actividades finales dentro del proyecto de innovación, por cada uno de los grupos (según la división realizada para la realización de los talleres) se deberá elaborar un póster y realizar una exposición grupal ante el resto de la clase.

Contenidos del póster:

- Imágenes obtenidas de los talleres con los experimentos que hayan resultado más relevantes para cada uno de los grupos, comentando los aspectos más destacados de los experimentos seleccionados y complementándolos con otra información adicional que cada grupo pueda obtener a través de internet.
- Información acerca de un proyecto de investigación en el ámbito de la Nanotecnología y plasmarlo en el póster a través de fotos, e información donde se indiquen los objetivos del proyecto, resultados esperados, sector de aplicación, promotor del proyecto, etc.

Exposición grupal:

- Consistirá en la explicación del trabajo realizado en el póster, así como una valoración del trabajo realizado y del contenido general del proyecto de innovación.

Metodología:

Elaboración de un póster por cada uno de los grupos:

- Tamaño del póster: DIN-A1.
- Los pósteres se exhibirán en el aula.
- En cada póster constará en nombre y apellidos de cada componente del grupo.
- El docente responsable valorará los pósteres, de acuerdo a los criterios que se establezcan (rúbrica) para dicha valoración.
- Cada grupo valorará el póster del grupo que le sea asignado, de acuerdo a los criterios que se establezcan (rúbrica) por parte del docente responsable para dicha valoración.

Exposición grupal:

- Duración: 10 minutos.
- Se podrán apoyar en los medios tecnológicos disponibles.
- Temporalización: Según calendario del proyecto.

Recursos y materiales:

- Uso de ordenadores del centro para la elaboración de los pósteres y para uso en las presentaciones de cada grupo.

10 Temporalización del proyecto

El desarrollo del proyecto tendrá lugar en la evaluación en la que se imparta el bloque de contenidos correspondiente a materiales, en la asignatura de Tecnología Industrial I, en 1º de Bachillerato.

En el siguiente cuadro se detalla la duración de cada una de las actividades programadas en el proyecto. Cabe indicar que las actividades 1 y 2 se desarrollarán fuera del horario lectivo. En cuanto a la actividad 5, visita al Instituto de Nanociencia de Aragón, está se programará como una actividad extraescolar dentro del curso de 1º de Bachillerato, por tanto tampoco supondrá un consumo de horas adicional.

Actividad	Duración	Detalle de la actividad
(1) Presentación del proyecto a la Dirección y al Departamento de Tecnología del centro.	1 sesión (50')	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esta presentación se realizará fuera del horario de clases, pudiendo realizarse durante la hora de reunión semanal del Departamento de Tecnología, a la cual se invitará a la Dirección del I.E.S. para dar a conocer el alcance del proyecto y los objetivos del mismo.
(2) Formación básica para el profesorado en Nanotecnología.	Primera sesión: 2,5h. Segunda sesión: 2h.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La primera sesión tendrá lugar en el Instituto de Nanociencia de Aragón. Se plantea realizarla en horario de tarde para no interferir con las horas de clase. ▪ La segunda sesión tendrá lugar en el I.E.S. Pedro de Luna. Dado que en esta sesión solamente estará el profesorado de Tecnología, así como otros profesores a los que pudiera interesar la temática del proyecto, se plantea realizarla en horario de tarde, para no interferir en los horarios de las clases.
(3) Presentación del proyecto y realización de	2 clases (2 x 50').	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La primera sesión tendrá lugar al comienzo del proyecto. ▪ La segunda sesión tendrá lugar hacia

charlas en el aula.		la mitad del proyecto.
(4) Talleres prácticos en el aula.	2 clases (2 x 50').	<ul style="list-style-type: none"> Talleres de experimentación con el Kit “Nano School Box” [8].
(5) Visita al Instituto de Nanociencia de Aragón (INA).	3 clases (3 x 50').	<ul style="list-style-type: none"> Se tomarán las 3 últimas clases de la mañana, con el recreo incluido. Esta actividad se incluirá dentro de la programación de actividades extraescolares del curso, con lo cual no supondrá una aportación de horas adicional.
(6) Elaboración de posters y presentaciones a través de exposiciones orales.	3 clases (3 x 50').	<ul style="list-style-type: none"> Las 2 primeras clases se utilizarán para la elaboración de los pósteres. La tercera clase se utilizará para la presentación oral de los mismos en el aula.

11 Recursos y materiales

11.1 Materiales y espacios

La puesta en marcha del proyecto “Nanotecnología en el Bachillerato del Siglo XXI”, no conlleva unos recursos especialmente costosos, si bien, cabe destacar como recurso más representativo el kit “Nano School Box” [8]. Lo aconsejable sería que el centro pudiera adquirir 4 ó 5 unidades de este kit, para que el alumnado, distribuido en diferentes grupos de trabajo, pudiera ir experimentando con los distintos experimentos incluidos en el kit. En cualquier caso, si el coste no fuera asumible por el centro, el Instituto de Nanociencia de Aragón podría prestar los kits de los que dispone para los días concretos en que fueran a utilizarse en el I.E.S.

Los espacios necesarios para llevar a cabo las distintas actividades del proyecto son las siguientes:

- Aula estándar, con proyector, donde se impartirán las charlas y se proyectarán los vídeos. Este espacio servirá para la exhibición de los pósteres y para la presentación final de los mismos.
- Aula de informática, en la cual el alumnado diseñará los pósteres.
- Aula taller, donde se llevará a cabo la experimentación con los kits “Nano School Box” [8]. En caso de no disponer de este espacio, los experimentos podrán ser realizados en el aula estándar.

El presupuesto estimado para acometer el proyecto es el siguiente:

Recurso	Coste	Consideraciones
Kit Nano School Box (5 unidades)	1500€	Este material se podría prestar por parte del INA, si supusiera un gasto no asumible por parte del I.E.S.
Contratación autobús (visita INA)	150€	Presupuesto estimado.
Impresión pósteres tamaño DIN-A1. 5-6 unidades.	40€	Presupuesto estimado.
PRESUPUESTO TOTAL	1690€	

Puede parecer a priori que se trata de un gasto considerable, si bien hay que tener en cuenta que los kits “Nano School Box” [8], serán reutilizables en años sucesivos, e incluso el proyecto podría ser introducido en cursos previos a Bachillerato (4º ESO).

11.2 Recursos Humanos

Aunque no tengan un coste directo sobre el proyecto, hay que hacer notar la trascendencia en el proyecto de la colaboración de los Investigadores del INA en la formación del personal docente del I.E.S., que gracias a su ayuda y a sus instalaciones harán posible que el proyecto pueda llevarse a cabo. Además, las visitas al INA junto con la impartición de las charlas por personal experto en Nanotecnología, harán que el alumnado se sienta más participe y motivado con el objeto de provocar un mayor interés en la temática propuesta.

También cabe reseñar la disponibilidad del personal docente del Departamento de Tecnología, clave para la consecución de los objetivos propuestos en el proyecto.

11.3 Otros recursos para el profesorado

El material existente sobre Nanotecnología es abundante, especialmente el que se puede encontrar en Internet. Con el objeto de que el profesorado pueda complementar su formación y pueda disponer de contenidos con los que completar el proyecto en el aula, se proponen distintos materiales que resultarán de gran utilidad:

- Guía didáctica para la enseñanza de la Nanotecnología en educación secundaria. Serena, Giraldo, Takeuchi y Tutor (2014).
- Nanotecnología: metodologías y materiales para el aula. Serena (2014).
- Vídeo Instituto de Nanociencia de Aragón [9].
- Serie de vídeos realizados por la UNED: ¿Qué sabemos de la Nanotecnología? [10].
- Nuevos materiales en la sociedad del siglo XXI. Mijangos y Moya (2007).
- Portal web del Instituto de Nanociencia de Aragón. [11].
- Portal web del Laboratorio de Microscopías Avanzadas. [12].
- Portal web: Nuevas Tecnologías y Materiales [13].

12 Implicación de la comunidad educativa en el proyecto

La implicación de la comunidad educativa será un factor clave para que el proyecto de innovación propuesto tenga los resultados esperados. La novedad de la propuesta supone un esfuerzo adicional en cuanto a la asimilación de algunos conceptos, así como la fórmula de colaboración con el Instituto de Nanociencia de Aragón, donde se requerirá de una interlocución constante para que el proyecto se desarrolle de acuerdo a lo planificado.

Respecto al rol de cada uno de los integrantes de la comunidad educativa cabe destacar:

- **Equipo directivo del centro:** resultará esencial que desde el equipo directivo se apoye la iniciativa, aportando los recursos para ello y teniendo en cuenta los aspectos beneficiosos del proyecto en cuanto a la capacitación del alumnado en las nuevas tecnologías aplicadas a los materiales más novedosos, a través de la introducción de la Nanotecnología como una materia de máxima actualidad.
- **Docentes responsables del proyecto y docentes colaboradores:** la implicación en su propia formación a través de las acciones llevadas a cabo para ello en el proyecto, será clave para incrementar sus competencias y poder desarrollar el modelo de Enseñanza-Aprendizaje en base a los nuevos conocimientos adquiridos en el ámbito de la Nanotecnología.
- **Gobierno y autoridades educativas:** la apuesta por la introducción de tecnologías disruptivas en enseñanzas previas a las universitarias, que además se han definido desde el propio Gobierno de Aragón como transversales y claves para el desarrollo de la economía de Aragón, será de especial importancia para su éxito, tanto en el proyecto propuesto como en proyectos futuros en esta materia. Así pues, las autoridades políticas deben ser conocedoras de la iniciativa, y apoyarla con los recursos económicos necesarios para que pueda desarrollarse en condiciones óptimas.
- **Alumnado:** sin duda debe ser el gran protagonista del proyecto, con el claro objetivo de obtener una mayor capacitación y un mayor desarrollo competencial en los estudiantes, así como una mayor multidisciplinariedad en los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación, como paso previo al acceso a estudios superiores o bien al mercado laboral, donde cada vez la exigencia formativa resulta mayor.
- **Colaboración e implicación de Centros de Investigación y Universidad:** la colaboración activa del Instituto de Nanociencia de Aragón (Universidad de Zaragoza) resultará clave en cuanto a la formación del profesorado y la transferencia de conocimiento desde el ámbito científico, teniendo la

oportunidad de contar con los mejores medios existentes en Nanotecnología en Aragón. Esto supone dotar al proyecto de mayor atractivo hacia el alumnado, dotándolo en su conjunto del rigor científico necesario para que tenga una base tecnológica sólida, que permita generar y difundir el conocimiento acerca de la Nanotecnología a través del personal docente del I.E.S. hacia el alumnado, como destinatario final del proyecto.

- **Familia y sociedad:** la involucración de la familia y por extensión de la sociedad en cuanto a los proyectos innovadores llevados a cabo en el centro, debe suponer un mayor conocimiento y acercamiento de la Nanotecnología a la vida real, contribuyendo así a tener una percepción más precisa de sus aplicaciones y principales usos presentes y a futuro. Esto será posible a través de la difusión que el I.E.S. pueda realizar sobre sus proyectos entre las familias, permitiendo de esta forma acercar las actividades y proyectos llevados a cabo al entorno familiar.

13 Beneficiarios del proyecto

Los principales beneficiarios del proyecto son el alumnado de 1º de Bachillerato, curso al que se dirige el proyecto de innovación objeto de este documento, en la asignatura de Tecnología Industrial I. Los educandos adquirirán conocimientos sobre Nanotecnología utilizando una metodología que combina la realización de experimentos, con charlas y visitas, que a buen seguro resultará atractiva y dinámica, facilitando así una mejor asimilación de los conceptos aprendidos.

Por otra parte, el equipo docente implicado en el proyecto también resulta altamente beneficiado en el proyecto, ya que adquiere unas competencias en el ámbito de la Nanotecnología y los nuevos materiales muy relevante, incorporando al modelo de Enseñanza-Aprendizaje nuevas metodologías y tecnologías que probablemente en el futuro próximo estén mucho más extendidas entre los centros educativos.

También cabe reseñar que el Instituto de Nanociencia de Aragón es uno de los beneficiarios del proyecto, pudiendo generar mayor masa crítica hacia el ámbito de la Nanotecnología, potenciando que el alumnado de ESO y Bachillerato pueda orientar su futuro hacia este campo y contribuyendo así al incremento del talento, necesario sin duda para afrontar los nuevos retos de la sociedad, donde la Nanotecnología tendrá un gran protagonismo en muchos de los ámbitos de nuestra vida.

14 Evaluación de los resultados

Para realizar una evaluación global de los resultados del proyecto y del cumplimiento de los objetivos establecidos para el mismo, será necesario tener en cuenta a todas las partes interesadas en el proceso de Enseñanza - Aprendizaje durante el desarrollo del

proyecto, de esta manera se sabrá si el proyecto ha resultado exitoso y sobre todo, los aspectos a mejorar en el futuro.

14.1 Evaluación del cumplimiento de los objetivos por parte de los responsables y promotor del proyecto

Es fundamental que se realice un seguimiento de cada una de las fases existentes en el proyecto antes de pasar a la siguiente. Se hará hincapié en aquellas cuestiones que no se hayan entendido o haya habido dificultades en su comprensión.

Se llevará a cabo una encuesta dirigida al profesorado involucrado en el proyecto para conocer la valoración acerca del mismo, poniendo énfasis en los siguientes aspectos: cumplimiento de los objetivos planteados, desarrollo de las actividades e idoneidad de las mismas, temporalización del proyecto y desarrollo competencial en el alumnado. La encuesta incluye ítems dirigidos a conocer los aspectos más y menos positivos surgidos de la aplicación del proyecto.

Los resultados de la encuesta servirán para conocer las posibles desviaciones respecto de la planificación inicial, de cara a poder adoptar las medidas correctivas que se estimen necesarias para próximas ediciones del proyecto.

El contenido completo de la encuesta puede verse en el **anexo 1**.

14.2 Evaluación del cumplimiento de los objetivos del proyecto por el alumnado

Para la evaluación del cumplimiento de los objetivos marcados en el proyecto, por parte del alumnado participante en el mismo (1º de Bachillerato), se tendrán en cuenta:

- a) La realización de los distintos experimentos prácticos planificados en el proyecto, así como en el póster grupal presentado en clase al final de la unidad y las presentaciones orales de los grupos. Los criterios de evaluación y calificación de estas actividades a desarrollar por parte del alumnado se establecerán al comienzo del proyecto.

Se tendrá en cuenta adicionalmente:

- El trabajo diario del alumnado, tanto si es individual como en grupo (realización del póster). Para ello resulta imprescindible la asistencia regular a las clases y la realización de las actividades programadas.
 - Las destrezas, habilidades, interés, participación y motivación que demuestre el alumnado en las actividades establecidas en el proyecto.
- b) La realización de una encuesta para conocer la opinión del alumnado respecto al desarrollo del proyecto y al cumplimiento de sus propias expectativas. Esta encuesta incluye ítems para valorar las distintas actividades llevadas a cabo en el proyecto, la opinión sobre la utilidad del propio proyecto por parte del alumnado, así como su validez para adquirir conocimientos sobre las

aplicaciones que nos rodean basadas en la Nanotecnología. La encuesta incluye además ítems dirigidos a conocer los aspectos más y menos positivos surgidos en la realización del proyecto.

El contenido completo de la encuesta puede verse en el **anexo 2**.

14.3 Herramienta de recopilación de propuestas de mejora en el proyecto

En el proyecto propuesto, el equipo docente del área de Tecnología Industrial tiene un importante protagonismo en cuanto a su propia formación y al desarrollo de sus competencias en el ámbito de los nuevos materiales y la Nanotecnología. Por todo ello, se hace preciso realizar la evaluación acerca de los contenidos de su formación, aplicables posteriormente al desarrollo del programa con el alumnado, así como del resto de actividades propuestas en el proyecto, con el fin de conocer su idoneidad y las posibles mejoras a establecer en las mismas.

Por otro lado, se hace también necesario recopilar todos aquellos aspectos y propuestas de mejora que en el conjunto del proyecto puedan contribuir a la mejora futura del mismo (metodología, actividades, planificación general, etc.). Con este objetivo se propone la creación de un blog de uso interno en el centro, donde cada docente participante en el proyecto podrá ir sumando contenidos al mismo con sus experiencias en el proyecto (formación, resultado de los experimentos, elementos a mejorar, etc...), con el fin de que dicho blog pueda constituirse como una base de conocimiento para próximos cursos y donde se recojan, entre otras aportaciones, los aspectos a mejorar y a potenciar en las siguientes ediciones del proyecto de innovación.

15 Iniciación del proyecto en el Practicum III

Durante la realización del Practicum III en el I.E.S. Pedro de Luna se han realizado algunas de las actividades objeto del proyecto de innovación propuesto, si bien, cabe indicar que no se pudo avanzar más en el mismo dado el tiempo bastante limitado para ello. Así, se han priorizado las acciones de lanzamiento del proyecto entre las que se encuentran la presentación del mismo a la Dirección y al Departamento de Tecnología del centro, así como la realización de una charla que ha servido como introducción general al mundo de la Nanotecnología y al propio proyecto y que ha permitido medir el nivel de interés hacia el proyecto por parte de los destinatarios del mismo, el alumnado y el equipo docente implicado.

Respecto al resto de actividades establecidas en el proyecto, se plantea llevarlas a cabo una vez se planifiquen dentro del curso por parte del Departamento de Tecnología y se plasmen en la Programación General Anual (PGA) del centro, con el fin de abordar el proyecto íntegramente. De igual modo, las actividades y acciones de evaluación y mejora

(blog, encuestas, etc.), se realizarán una vez se implante y se ejecute el proyecto por parte del centro educativo, para tener elementos de juicio sobre los resultados del proyecto.

15.1 Actividades del proyecto realizadas en el Practicum III

1) Presentación del proyecto a la Dirección y al Departamento de Tecnología del centro.

La presentación tuvo lugar en el Departamento de Tecnología. Por razones de agenda no pudo asistir la Dirección del centro, si bien, se informó posteriormente desde el equipo docente sobre los contenidos de la misma. Durante la presentación del proyecto se expusieron los objetivos y actividades principales a llevar a cabo en el proyecto. Se hizo entrega al tutor del Practicum III en el I.E.S. Pedro de Luna de una copia con la información relevante del proyecto.



2) Presentación del proyecto al alumnado y realización de charla en el aula.

A la presentación y posterior charla sobre Nanotecnología con el título “Bienvenidos a la nanodimensión”, que tuvo lugar el pasado 10 de Mayo de 2018, asistieron 33 alumnos de 1º de Bachillerato (ciencias), además de 4 profesores del área de tecnología y biología. La charla supuso una introducción al mundo de la Nanotecnología, haciendo un recorrido por los aspectos más relevantes desde su origen, aplicaciones de la misma, equipamientos necesarios, etc., y acabando por los retos en los que la Nanotecnología jugará un papel relevante en ámbitos como la salud, la energía o los materiales de última generación entre otros. La charla acabó con un vídeo realizado por el Instituto de Nanociencia de Aragón.



Imágenes de la charla sobre Nanotecnología

3) **Artículo sobre la charla.**

Dada la buena acogida que tuvo la charla entre el alumnado y el equipo docente presente en la misma, desde el Departamento de Tecnología del I.E.S. Pedro de Luna se publicó en su página web un artículo acerca de la charla [14] llevada a cabo el pasado 10 de Mayo de 2018. En el artículo se destaca el protagonismo que tendrá la Nanotecnología en los próximos años en la educación, dada la relevancia de la misma en nuestra sociedad.

15.2 Evaluación de las partes llevadas a cabo del proyecto en el Practicum III

Las actividades de evaluación llevadas a cabo en el Practicum III, han consistido en las siguientes:

1) **Encuesta de evaluación sobre la charla de Nanotecnología dirigida al alumnado.**

Esta encuesta se ha realizado al concluir la charla y se ha dividido en 4 grupos de ítems diferenciados con el objetivo de conocer los siguientes aspectos:

- Análisis sobre los conocimientos iniciales del alumnado acerca de la Nanotecnología.
- Evaluación de la charla en cuestión.
- Cuestiones relativas al interés del alumnado por la Nanotecnología y a su punto de vista sobre la implantación del proyecto de innovación sobre Nanotecnología y nuevos materiales en el centro.
- Consideraciones sobre su posible futuro profesional y su posible interés en el ámbito de la Nanotecnología.

De los datos obtenidos de la encuesta se desprende que en general el alumnado no conocía o tenía escasos conocimientos acerca de la Nanotecnología y sus aplicaciones, previamente a la charla. Así mismo, tampoco eran conocedores, en un porcentaje alto, de que en Aragón se estuviera trabajando intensamente en este campo de la ciencia.

Respecto a la valoración de la charla, se desprende que ésta fue claramente positiva y sirvió para que el alumnado tuviera una visión más precisa sobre las aplicaciones concretas en la que en la actualidad se están desarrollando en este campo. Cabe destacar de los resultados obtenidos, que más del 80% de los alumnos encuestados consideran importante conocer más profundamente la Nanotecnología y adentrarse en el ámbito de los nuevos materiales, llegando hasta el 87% los que consideran muy beneficioso llevar a cabo un proyecto como el propuesto en este ámbito, aspecto importante que refuerza su implantación en el centro educativo.

Después de la impartición de la charla, un 76% del alumnado encuestado considera a la Nanotecnología como una opción profesional en el futuro, un

dato muy a tener en cuenta, dado que la mayoría no tenía una noción excesivamente precisa sobre este campo antes de la charla. La valoración general de la charla fue de 4,1 sobre un máximo de 5 puntos.

La encuesta completa y los resultados de la misma se pueden consultar en el **anexo 3**.

2) Encuesta de evaluación sobre la charla de Nanotecnología dirigida al profesorado.

Esta encuesta se ha realizado al concluir la charla y se ha dividido en 3 grupos de ítems diferenciados con el objetivo de conocer los siguientes aspectos:

- Análisis de los conocimientos iniciales del profesorado sobre Nanotecnología.
- Evaluación de la charla en cuestión.
- Cuestiones relativas a la implantación del proyecto de innovación educativa sobre Nanotecnología.

En cuanto a los resultados obtenidos en la encuesta, cabe indicar que los docentes presentes en la charla ya eran conocedores de la Nanotecnología, aunque para algunos de ellos los conocimientos en esta disciplina eran meramente superficiales. Así mismo, la mayoría de los docentes encuestados desconocían el potencial de la Comunidad Autónoma de Aragón en esta materia y no eran conocedores de la inclusión de la Nanotecnología como una de las tecnologías clave en la Estrategia de Especialización Inteligente para el Desarrollo Económico de Aragón (RIS3).

Respecto a los contenidos de la charla, el 100% de los docentes presentes en la misma destacan en la encuesta su adecuación al nivel académico del alumnado al que fue dirigida y su encaje dentro del programa de contenidos de la asignatura de Tecnología Industrial I, así como de otras asignaturas. Así mismo, la charla permitió conocer a los docentes las aplicaciones actuales y futuras de la Nanotecnología, según los datos obtenidos.

En cuanto a la conveniencia de la implantación del proyecto “Nanotecnología en el Bachillerato del Siglo XXI” en el centro educativo, todos los docentes encuestados destacan su idoneidad así como la necesidad de dar un paso hacia adelante en la profundización en el ámbito de los nuevos materiales y en concreto en la Nanotecnología. Del mismo modo, se destaca la importancia de colaborar en el marco del proyecto con un centro de referencia como es el INA, en aspectos tales como la difusión y transferencia del conocimiento.

La valoración general de la charla por parte del profesorado fue máxima, otorgando la puntuación de 5 puntos.

La encuesta completa y los resultados de la misma se pueden consultar en el **anexo 4**.

16 Conclusiones

A través del proyecto de innovación “Nanotecnología en el Bachillerato del Siglo XXI”, se pretende potenciar el área de aprendizaje relativa a nuevos materiales y en concreto el ámbito de la Nanotecnología, una temática con amplio recorrido a futuro y con alto atractivo para el alumnado por su propia novedad y singularidad. Supone para el I.E.S. donde se propone su implantación un reto en poder ser pioneros en la introducción de la Nanotecnología en los centros de Bachillerato de Aragón, a la vez de un gran estímulo para los docentes implicados en el proyecto.

La Nanotecnología ha dejado de ser una promesa en el mundo actual y se ha convertido en una realidad que presenta poderosas herramientas para afrontar los retos futuros en diversas áreas como la biología, medicina, industria automotriz, textil o electrónica entre otras. Así pues, a fecha actual y según las últimas publicaciones, ya son más de 8000 productos los registrados que usan la Nanotecnología como base en su fabricación y hasta el año 2020 se generarán más de 2.000.000 de puestos de trabajo en el mundo en el ámbito de la Nanotecnología. Por todo esto, se considera necesario que la Nanotecnología comience a introducirse en la educación de una forma natural, acercándola al alumnado desde un punto de vista práctico y atractivo, y otorgándole el espacio que requiere dada su repercusión en muchos de los materiales que nos rodean, con el objetivo de servir como punto de partida para el acercamiento al apasionante mundo de lo más pequeño.

Las actividades llevadas a cabo durante la realización del Practicum III en el Instituto Pedro de Luna, dirigidas tanto al profesorado del Departamento de Tecnología como al alumnado de 1º de Bachillerato, consistentes en la presentación del proyecto, así como la impartición de la charla general introductoria sobre Nanotecnología, han sido plenamente satisfactorias, teniendo una gran aceptación en el aula, según se desprende de las encuestas realizadas, donde se muestra una buena predisposición por todas a las partes, alumnado y profesorado, a adentrarse en el ámbito de la Nanotecnología. Por todo ello, es altamente previsible que los objetivos establecidos en el proyecto se alcancen de acuerdo al planeamiento establecido. En cualquier caso, si existieran desviaciones en cuanto a los resultados del proyecto respecto de los objetivos inicialmente planteados, se analizarán cuáles han sido tales desviaciones, a través de las herramientas propuestas para la evaluación del proyecto, y se adoptarán las medidas oportunas para la corrección de esas desviaciones. Así mismo, cabe indicar que el proyecto no pretende ser una propuesta estática, sino más bien todo lo contrario, dotándolo de nuevos contenidos y mejoras sobre la propuesta inicial que permitan la mejora continua del propio proyecto, con el fin de adecuarlo a las necesidades del alumnado y de potenciar su aprendizaje.

El proyecto presentado en este documento pretende ser la base para la introducción de la Nanotecnología en Bachillerato de una forma estructurada y perfectamente exportable a otros cursos de ESO, así como a otros centros educativos. Por tanto, el objetivo final a medio plazo debe ser que la Nanotecnología sea identificada en los centros de ESO y Bachillerato como una de las tecnologías del presente en nuestra sociedad y con un futuro prometedor, al igual que otras tecnologías y disciplinas que en la actualidad ya forman parte de las programaciones didácticas en los centros, permitiendo al alumnado el acceso a los contenidos sobre Nanotecnología, que en la actualidad se tratan de una manera bastante superficial en las programaciones oficiales, y todo ello desde un punto de vista participativo y ameno para el alumnado.

En el aspecto personal, el proyecto me ha servido para establecer un nexo entre el ámbito de la ciencia, particularizado en la Nanotecnología, con la educación en la Enseñanza Secundaria y Bachillerato. Desde mi experiencia como integrante del Departamento de Promoción Tecnológica en el Instituto de Nanociencia de Aragón, y a la vez como futuro docente del área de Tecnología y Tics en ESO y Bachillerato, considero importante que el acercamiento del ámbito científico a las aulas en las enseñanzas previas a la educación superior se realice con normalidad, permitiendo al alumnado conocer cuáles son las líneas de trabajo que van a marcar el futuro de la investigación, además de contribuir al desarrollo competencial en los estudiantes mediante la adquisición de conocimientos actualizados, que les permitirá tomar decisiones de una forma más precisa sobre su futuro académico y/o profesional. Así, el Trabajo Final de Máster presentado en este documento pretende ser una guía de implantación del proyecto “Nanotecnología en el Bachillerato del Siglo XXI” en un I.E.S., detallando los objetivos a conseguir a través de las actividades establecidas en el propio proyecto, y desde el conocimiento personal adquirido profesionalmente en el ámbito de la Nanotecnología. El desarrollo del proyecto me ha servido personalmente para identificar las carencias formativas en este área en el currículo oficial y a partir de ahí, diseñar un proyecto innovador capaz de dar respuesta a dichas carencias, desde un punto vista atractivo y práctico, ayudado por experiencias previas llevadas a cabo.

Desde mi punto de vista, considero que es necesario realizar un esfuerzo por hacer una difusión más efectiva del trabajo que se desarrolla en muchos centros de investigación, entre ellos los relacionados con la Nanotecnología, dado que en la mayoría de los casos la sociedad es totalmente ajena a los avances científicos que se están llevando a cabo. Por tanto, acercar el mundo de la ciencia a los ciudadanos permitirá tener una mayor conciencia por parte de éstos sobre el siempre complejo campo de la investigación. Así pues, el proyecto cumplirá con el objetivo de llevar la Nanotecnología a la sociedad a través de las aulas de Bachillerato, sin duda un espacio idóneo para su introducción a través de la formación del alumnado.

Como aspecto final, cabe indicar que el éxito del proyecto estará estrechamente relacionado a la implicación de todas las partes ligadas al mismo: promotor del proyecto, personal docente colaborador, equipo directivo del centro e Instituto de Nanociencia de Aragón. Así mismo, el apoyo que pueda darse desde las autoridades

políticas correspondientes también será de gran ayuda de cara a dar continuidad al proyecto en otros centros educativos en años sucesivos.

17 Bibliografía

De las Heras, E. (2017). Libro Tecnología Industrial I. Bachillerato 1º. Mc Graw Hill Education. ISBN 978-84-486-1130-9. Nuevos materiales. 205-208.

Feynman, R. P. (1959). There's plenty of room at the bottom. Miniaturization, 282-296.

Mijangos, C., & Moya, J. S. (2007). Nuevos materiales en la sociedad del siglo XXI. CSIC.

Serena, P. (2012). La Nanotecnología: del laboratorio a las aulas. Recuperado el 10 de Junio de 2018 de http://www.sebbm.es/archivos_tinymce/pedroserena.pdf

Serena, P. (2013). La Nanotecnología, una revolución desconocida. Encuentros Multidisciplinares 45 (2013): 1-8.

Serena, P. (2014). Nanotecnología: metodologías y materiales para el aula. Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid. Recuperado el 21 de Junio de 2018 de https://fundacionsanpatricio.org/es/presentaciones14_15/PresentacionNanotecnologiametodologiasymaterialesparaclaula.PedroSerena.pdf

Serena, P., Giraldo, J. Takeuchi, N., y Tutor, J. (Noviembre 2014). Guía didáctica para la enseñanza de la Nanotecnología en educación secundaria. Red "José Roberto Leite" de divulgación y formación en Nanotecnología. Recuperado el 21 de Junio de 2018 de http://www.icmm.csic.es/es/divulgacion/LIBRO_GUIA_DIDACTICA.pdf

[1] RIS3 Aragón. Estrategia de investigación e innovación para una especialización inteligente. (Mayo 2015). Recuperado el 20 de Junio de 2018 de <http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/IndustriaInnovacion/Areas/Investigacion/Estrategia RIS3 Aragon mayo 2015.pdf>.

[2] Artículos sobre Nanotecnología. Diario El Mundo. Recuperado el 20 de Junio de 2018 de <http://www.elmundo.es/ciencia/nanotecnologia.html>.

[3] Statnano: Nano Science, Technology and Industry Information. Información recuperada el 10 de Junio de 2018 de <http://statnano.com/>.

[4] Nanopinion: News about Nano. Información recuperada el 11 de Junio de 2018 de <http://nanopinion.archiv.zsi.at/en/about-nano.html>.

- [5] Nanoeduca. Programa de introducción de la Nanociencia y la Nanotecnología a alumnos y profesores de secundaria y bachillerato en Cataluña, recuperado el 4 de Junio de 2018 de <http://nanoeduca.cat/es/inicio/>.
- [6] Nano para profes. Curso introductorio a la Nanotecnología para profesores de instituto de ciencia y tecnología, recuperado el 4 de Junio de 2018 de <http://www.nanogune.eu/es/nano-para-profes>.
- [7] NANOMartes. Programa de introducción de la Nanotecnología en centros de ESO y Bachillerato en Aragón, recuperado el 4 de Junio de 2018 de <http://ina.unizar.es/es/proyecto-nanomartes>.
- [8] Nano School Box. Kit experimental para formación en Nanotecnología. <http://www.nanoschoolbox.de/en/products/nanoschoolbox.html>.
- [9] Vídeo Instituto de Nanociencia de Aragón, recuperado el 21 de Junio de 2018 de <https://youtu.be/4n36WoyqVoE>.
- [10] Serie de vídeos realizados por la UNED. ¿Qué sabemos de la Nanotecnología?, recuperado el 21 de Junio de 2018 de <https://canal.uned.es/series/5a6f8215b1111f57408b4569>.
- [11] Portal Web del Instituto de Nanociencia de Aragón (INA). <http://ina.unizar.es/>
- [12] Portal Web del Laboratorio de Microscopías Avanzadas (LMA). <http://lma.unizar.es/>
- [13] Portal Web: <http://nuevatecnologiasymateriales.com/nanociencia-y-nanotecnologia/>
- [14] Artículo sobre charla de Nanotecnología, impartida en el I.E.S. Pedro de Luna, recuperado el 22 de Junio de 2018 de <http://www.iespedrodeluna.es/page/4/>.

Anexo 1: Encuesta de evaluación global del proyecto. Equipo docente.

		1	2	3	4	5
1	¿Los objetivos planteados para el proyecto han sido adecuados?					
2	¿Se han cumplido los objetivos del proyecto?					
3	¿Las actividades planteadas en el proyecto han resultado adecuadas para cumplir los objetivos del proyecto?					
3.1	Valoración actividad 1: Presentación del proyecto a la Dirección y al Departamento de Tecnología del centro.					
3.2	Valoración actividad 2: Formación básica para el profesorado en Nanotecnología.					
3.3	Valoración actividad 3: Presentación del proyecto y realización de charlas en el aula.					
3.4	Valoración actividad 4: Talleres prácticos en el aula.					
3.5	Valoración actividad 5: Visita al Instituto de Nanociencia de Aragón (INA).					
3.6	Valoración actividad 6: Elaboración de posters y presentaciones a través de exposiciones orales.					
4	¿Considera que debería continuar el proyecto en el futuro?					
5	¿Han desarrollado los alumnos nuevas competencias a través del proyecto?					
6	¿Ha resultado el proyecto suficientemente motivador para el alumnado?					
7	¿Ha resultado el proyecto suficientemente motivador para el equipo docente?					
8	¿Considera que la Nanotecnología debería tener un mayor peso en los contenidos sobre materiales en ESO y Bachillerato?					
9	¿Considera que el proyecto ha contribuido a fomentar un mayor interés por las disciplinas científico-técnicas en el alumnado?					
10	¿La temporalización del proyecto ha sido adecuada?					
11	¿Los materiales utilizados para llevar a cabo el proyecto han sido suficientes y adecuados?					
12	¿La colaboración del INA ha sido adecuada a lo largo del proyecto?					
13	¿Considera que el proyecto se podría abordar en cursos previos a Bachillerato?					
14	¿Considera que el proyecto ha tenido suficientes aspectos innovadores?					
15	Valoración general del proyecto.					

Indicar los aspectos más positivos del proyecto:

Indicar los aspectos menos positivos del proyecto:

Anexo 2: Encuesta de evaluación global del proyecto. Alumnado.

		1	2	3	4	5
1	¿Consideras que el proyecto ha servido para incrementar tus conocimientos sobre los nuevos materiales y en concreto sobre la Nanotecnología?					
2	¿Consideras que el proyecto ha servido para conocer la trascendencia que la Nanotecnología ya tiene en los productos que nos rodean?					
3	¿Las actividades en las que has participado a lo largo del proyecto te han resultado interesantes?					
3.1	Valora la siguiente actividad: Presentación del proyecto y realización de charlas en el aula.					
3.2	Valora la siguiente actividad: Talleres prácticos en el aula con el Kit Nano School Box.					
3.3	Valora la siguiente actividad: Visita al Instituto de Nanociencia de Aragón (INA).					
3.4	Valora la siguiente actividad: Elaboración de posters y presentaciones a través de exposiciones orales.					
4	¿Consideras que debería continuar el proyecto en el futuro?					
5	¿Te ha resultado el proyecto motivador?					
6	¿Consideras que la Nanotecnología debería tener un mayor peso en los contenidos sobre materiales en ESO y Bachillerato?					
7	¿Consideras que el proyecto ha contribuido a fomentar un mayor interés por las disciplinas científico-técnicas?					
8	¿Consideras que el tiempo asignado a cada una de las actividades ha sido adecuado?					
9	¿Los materiales utilizados para llevar a cabo el proyecto han sido adecuados?					
10	¿Considera que el proyecto ha tenido suficientes aspectos innovadores?					
11	Valoración general del proyecto					

Indicar los aspectos más positivos del proyecto:

Indicar los aspectos menos positivos del proyecto:

Anexo 3: Encuesta de evaluación de la charla sobre Nanotecnología. Alumnos.**Evaluación actividad. Charla Nanotecnología.**

Alumnos

		NO	POCO	BASTANTE	MUCHO
1	¿Sabías lo que era la Nanociencia/Nanotecnología?				
2	¿Conocías para qué se utiliza la Nanotecnología?				
3	¿Conocías que Aragón es una referencia en Nanotecnología?				

		NO	POCO	BASTANTE	MUCHO
4	¿Te ha gustado la charla sobre Nanotecnología?				
5	¿Consideras que la charla ha sido adecuada para tu nivel de estudios?				
6	¿Consideras que el profesor ha hecho la charla amena y ha sido claro en la exposición?				
7	¿Consideras que después de esta charla sabes un poco más qué es y para qué sirve la Nanotecnología?				

		NO	NO LO SÉ	SÍ
8	¿Te parece interesante conocer qué es y para qué sirve la Nanotecnología?			
9	¿Crees que se debería profundizar más en el estudio de los Nuevos Materiales y Nanotecnología en la ESO/BACHILLERATO?			
10	¿Consideras interesante que existiera un proyecto en el centro dedicado a la Nanotecnología en el que pudieras experimentar con materiales novedosos, asistir a charlas sobre Nanotecnología y visitar un centro de investigación puntero en este campo?			

		NO	ES POSIBLE	ME GUSTARÍA
11	¿Te gustaría en el futuro poderte dedicar profesionalmente a temas relacionados con la Nanotecnología?			

12	Valoración General de la charla (del 1 al 5)	
----	--	--

Comentarios y sugerencias



Evaluación actividad. Charla Nanotecnología.

Alumnos: resultado encuesta

Total alumnos encuestados: 33

		NO	POCO	BASTANTE	MUCHO
1	¿Sabías lo que era la Nanociencia/Nanotecnología?	10%	59%	24%	7%
2	¿Conocías para qué se utiliza la Nanotecnología?	17%	56%	24%	3%
3	¿Conocías que Aragón es una referencia en Nanotecnología?	73%	24%		3%

		NO	POCO	BASTANTE	MUCHO
4	¿Te ha gustado la charla sobre Nanotecnología?		6%	56%	38%
5	¿Consideras que la charla ha sido adecuada para tu nivel de estudios?	3%	3%	59%	35%
6	¿Consideras que el profesor ha hecho la charla amena y ha sido claro en la exposición?		3%	57%	40%
7	¿Consideras que después de esta charla sabes un poco más qué es y para qué sirve la Nanotecnología?	3%	3%	32%	62%

		NO	NO LO SÉ	SÍ
8	¿Te parece interesante conocer qué es y para qué sirve la Nanotecnología?	3%	13%	84%
9	¿Crees que se debería profundizar más en el estudio de los Nuevos Materiales y Nanotecnología en la ESO/BACHILLERATO?	3%	24%	73%
10	¿Consideras interesante que existiera un proyecto en el centro dedicado a la Nanotecnología en el que pudieras experimentar con materiales novedosos, asistir a charlas sobre Nanotecnología y visitar un centro de investigación puntero en este campo?	3%	10%	87%

		NO	ES POSIBLE	ME GUSTARÍA
11	¿Te gustaría en el futuro poderte dedicar profesionalmente a temas relacionados con la Nanotecnología?	24%	45%	31%

12	Valoración General de la charla (del 1 al 5)	4,1
----	--	-----

Comentarios y sugerencias

Me ha gustado mucho la charla.
Muy interesante.
Me gustaría estudiar en el futuro algo relacionado con la nanomedicina. Me ha interesado mucho la charla.

Anexo 4: Encuesta de evaluación de la charla sobre Nanotecnología. Profesores.
Evaluación actividad. Charla Nanotecnología / Proyecto Nanotecnología.
Profesores

	NO	POCO	BASTANTE	MUCHO
1. ¿Sabías lo que era la Nanociencia/Nanotecnología?				
2. ¿Conocías para qué se utiliza la Nanotecnología?				
3. ¿Conocías que Aragón es una referencia en Nanotecnología?				

	NO	POCO	BASTANTE	MUCHO
4. ¿Te ha gustado la charla sobre Nanotecnología?				
5. ¿Consideras que la charla ha sido adecuada al nivel académico de los estudiantes de 1º Bachillerato?				
6. ¿Consideras la charla impartida encaja dentro del programa de enseñanza y supone un complemento a los contenidos de otras unidades didácticas y/o asignaturas?				
7. ¿Consideras que el profesor ha realizado la charla amena y ha sido claro en la exposición?				
8. ¿Consideras que después de esta charla sabes un poco más sobre qué es y para qué sirve la Nanotecnología?				
9. ¿Consideras que la charla ha servido para trasladar y concienciar al alumnado y a los docentes asistentes a la misma, la presencia cada vez más habitual de productos y tecnologías basadas en la nanotecnología en nuestra vida cotidiana?				

	NO	SÍ
10. ¿Sabías que Aragón, dentro de su estrategia de crecimiento y especialización inteligente (RIS3), ha seleccionado a la nanotecnología como una de las tecnologías facilitadoras esenciales KET (Key Enable Technologies)?		

	NO	NO LO SÉ	SÍ
11. ¿Crees que se debería profundizar más en el estudio de los Nuevos Materiales y Nanotecnología en la ESO/BACHILLERATO?			
12. ¿Consideras interesante que pudiera implantarse en el centro un proyecto de innovación consistente en la introducción de la nanotecnología en Bachillerato, consistente en charlas realizadas por expertos en nanotecnología, talleres y una visita a un centro de investigación en nanotecnología?			
13. ¿Consideras que un proyecto como el que se propone es importante para que el alumnado tome conciencia de la nanotecnología como ciencia transversal del Siglo XXI?			
14. ¿Consideras interesante poder crear una red de colaboración entre investigadores y docentes de ESO y Bachillerato que permita acercar la ciencia y en particular la Nanociencia a niveles formativos previos a la educación superior?			
15. ¿Consideras que la implantación del proyecto de innovación educativa propuesto, puede contribuir al desarrollo de la estrategia de especialización inteligente trazada desde el Gobierno de Aragón?			

16. Valoración General de la charla (del 1 al 5)	
--	--

Comentarios y sugerencias



Evaluación actividad. Charla Nanotecnología / Proyecto Nanotecnología.

Profesores: resultado encuesta

Total profesores encuestados: 4

		NO	POCO	BASTANTE	MUCHO
1	¿Sabías lo que era la Nanociencia/Nanotecnología?		50%	50%	
2	¿Conocías para qué se utiliza la Nanotecnología?		75%	25%	
3	¿Conocías que Aragón es una referencia en Nanotecnología?	50%	25%		25%

		NO	POCO	BASTANTE	MUCHO
4	¿Te ha gustado la charla sobre Nanotecnología?				100%
5	¿Consideras que la charla ha sido adecuada al nivel académico de los estudiantes de 1º Bachillerato?				100%
6	¿Consideras la charla impartida encaja dentro del programa de enseñanza y supone un complemento a los contenidos de otras unidades didácticas y/o asignaturas?				100%
7	¿Consideras que el profesor ha realizado la charla amena y ha sido claro en la exposición?				100%
8	¿Consideras que después de esta charla sabes un poco más sobre qué es y para qué sirve la Nanotecnología?			75%	25%
9	¿Consideras que la charla ha servido para trasladar y concienciar al alumnado y a los docentes asistentes a la misma, de la presencia cada vez más habitual de productos y tecnologías basadas en la nanotecnología en nuestra vida cotidiana?				100%

		NO	SÍ
10	¿Sabías que Aragón, dentro de su estrategia de crecimiento y especialización inteligente (RIS3), ha seleccionado a la nanotecnología como una de las tecnologías facilitadoras esenciales KET (Key Enable Technologies)?	100%	

		NO	NO LO SÉ	SÍ
11	¿Crees que se debería profundizar más en el estudio de los Nuevos Materiales y Nanotecnología en la ESO/BACHILLERATO?		25%	75%
12	¿Consideras interesante que pudiera implantarse en el centro un proyecto de innovación consistente en la introducción de la nanotecnología en Bachillerato, consistente en charlas realizadas por expertos en nanotecnología, talleres y una visita a un centro de investigación en nanotecnología?			100%
13	¿Consideras que un proyecto como el que se propone es importante para que el alumnado tome conciencia de la nanotecnología como ciencia transversal del Siglo XXI?			100%
14	¿Consideras interesante poder crear una red de colaboración entre investigadores y docentes de ESO y Bachillerato que permita acercar la ciencia y en particular la Nanociencia a niveles formativos previos a la educación superior?			100%
15	¿Consideras que la implantación del proyecto de innovación educativa propuesto, puede contribuir al desarrollo de la estrategia de especialización inteligente trazada desde el Gobierno de Aragón?		25%	75%

16	Valoración General de la charla (del 1 al 5)	5
----	--	---

Comentarios y sugerencias

Charla interesante y muy bien planteada. La nanociencia y la nanotecnología son muy desconocidas para los que no estamos metidos en este ámbito. Me parece muy importante poder meterlo a nivel de instituto. Muy bien preparada, clara, amena y atractiva para los alumnos de bachillerato. Me han interesado mucho los contenidos de la charla relacionados con las ciencias de la salud. Ha resultado muy atractiva, interesante y clara.

**Anexo 5: Contenidos de nuevos materiales. Libro editorial Mc Graw Hill.
Tecnología Industrial I.**



8. Nuevos materiales

A lo largo de esta unidad y la anterior has estudiado la mayoría de los materiales de uso técnico que se emplean en la actualidad, pero, además de esos, hay otros muchos que normalmente suelen pasar inadvertidos y otros que se descubren día a día.

La totalidad de los materiales existentes se podrían clasificar en dos grupos: *estructurales* y *funcionales*.

- **Materiales estructurales.** Son todos aquellos que se han estudiado hasta ahora. Su utilidad reside principalmente en sus propiedades mecánicas. Además, se producen en grandes cantidades y están disponibles en todas partes gracias a su enorme distribución.
- **Materiales funcionales.** Su utilidad no reside en sus propiedades mecánicas, sino en las químicas, magnéticas, electrónicas, ópticas, etc. Algunos ejemplos de materiales funcionales que puedes encontrar en tu entorno son:
 - **Materiales fosforescentes,** recubren el interior de las pantallas de los televisores y monitores de tubos de rayos catódicos formando los llamados píxeles, de forma que al incidir electrones sobre ellos, se iluminan en colores mostrando imágenes. Algunos de estos materiales son el óxido de itrio (Y_2O_3), el silicato de cinc (Zn_2SiO_4) y el sulfuro de cinc (ZnS).
 - **Aleaciones de neodimio-hierro-boro o cobalto-samario,** para la fabricación de los mejores imanes permanentes.
 - **Cristales líquidos,** para la elaboración de pantallas planas de ordenador, teléfono y televisión. Para ello fue necesario descubrir materiales conductores transparentes (óxido de estaño dopado con indio, $SnO_2:In_2O_3$) en finas láminas que dejaran pasar la luz.
 - **Biomateriales,** que al ser implantados en cuerpos de animales o de humanos no son rechazados (Fig. 8.54).

En la actualidad se está trabajando con:

- Polímeros sintéticos. De uso intracorpóreo y extracorpóreo, como, por ejemplo, implantes, prótesis, tejidos blandos, piel artificial, etc.
- Materiales metálicos. A base de cobalto y titanio, para implantes permanentes o temporales.
- Cerámicos, vítreos, compuestos, etc.

Las tendencias actuales en investigación, con resultados tangibles, van en la línea de fabricación de nuevos materiales a escala nanoscópica (menor de una millonésima parte de milímetro), que reciben el nombre de **nanomateriales**. En la mayoría de los casos se utilizan materiales híbridos (formados por elementos orgánicos, inorgánicos, biológicos, etc.). Cabe destacar:

- **Materiales orgánicos,** producidos por virus modificados genéticamente (que no afectan al ser humano) y que se utilizarían en sistemas ópticos y electrónicos (por ejemplo, para fabricar microprocesadores más rápidos que los actuales).
- **Materiales inteligentes** que sean autorreparadores, con un comportamiento similar a nuestro cuerpo, capaces de reparar un tejido deteriorado (por ejemplo, cuando se produce una herida).
- **Materiales nanocompuestos,** a base de híbridos (elementos orgánicos e inorgánicos), para, entre otras aplicaciones, fabricar componentes electrónicos con mayor capacidad, menor volumen y más rápidos. En la actualidad se ensaya con metileno (como material orgánico) y silicio (inorgánico) para producir un material híbrido que recibe el nombre de PMO (*periodic mesoporous organosilica*).
- **Geles** que responden a estímulos como la temperatura o a cambios del pH.



Fig. 8.54. Radiografía de un fémur en el que se han introducido bolas de biocoral para acelerar el crecimiento de nuevo tejido óseo tras una fractura. El biocoral es un biomaterial producido a partir del coral. Es muy similar al hueso y es reabsorbido por el organismo según va siendo reemplazado por hueso.



Fig. 8.51. Hormigón armado.

Ten en cuenta

¿Por qué una viga de hormigón pretensado resiste mejor que una de hormigón armado?

Una viga pretensada, apoyada en el suelo y que no está sometida a ningún tipo de esfuerzo, estará sometida a compresión. Las barras tienden a comprimir el hormigón. Cuando la viga trabaja a flexión, la parte inferior está sometida a tracción y la superior, a compresión. El peligro de rotura es por abajo, ya que el hormigón no resiste bien la tracción. En este caso, el esfuerzo de tracción lo soportan las barras de acero.

Si no quiero que se rompa, lo que puedo hacer es:

- Disminuir la fuerza F (no interesa).
- Comprimir la parte inferior de la viga (zona de tracción) con una fuerza F_1 . Esta tarea es lo que hacen las barras de acero pretensadas. La zona sometida a compresión no necesita barras pretensadas.



Fig. 8.52. Hormigón pretensado.

- **Hormigón armado.** Consiste en introducir barras de acero en el interior de la masa de hormigón y dejar que fragüe todo el conjunto. De esta manera, el acero soporta los esfuerzos de tracción y el hormigón los de compresión (Fig. 8.51).
- **Hormigón pretensado.** Consiste en un hormigón armado cuyas barras se han sometido a un esfuerzo de tracción al mismo tiempo que fragua el hormigón (Fig. 8.52). Este método se emplea principalmente para la fabricación de vigas. El proceso se resume en la Figura 8.53.

Los hormigones así obtenidos son de mejor calidad que los ordinarios, ya que resisten mejor los esfuerzos de tracción y compresión.

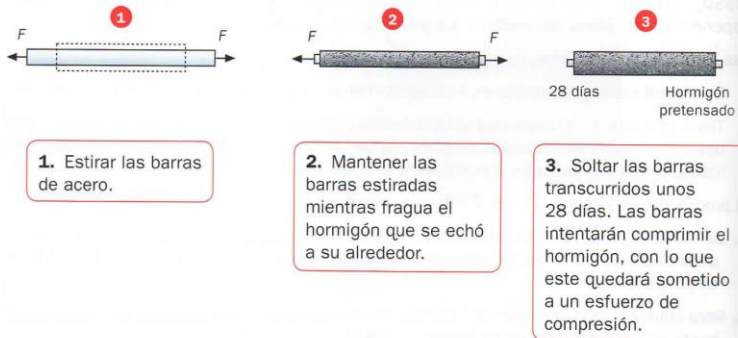


Fig. 8.53. Fabricación del hormigón pretensado.

- **Piedra artificial.** Se trata de productos denominados **aglomerados**. Se componen de trozos de piedras naturales (granito, mármol, pizarra, etc.) unidos entre sí mediante un aglomerante (hormigón o mortero) y dando finalmente al aglomerado la forma deseada.
- **Fibrocemento.** Consiste en fibras de amianto recubiertas y unidas entre sí mediante mortero u hormigón. Se emplea para la construcción de tuberías y cubiertas de tejados. Constituye lo que se denomina **productos reforzados**. En la actualidad, se buscan alternativas al amianto debido a la toxicidad de este, que ha causado la prohibición de su uso.

Actividades

- 35> Explica la diferencia que existe entre la fabricación de ladrillos refractarios y la fabricación de porcelanas.
- 36> Localiza en tu casa los siguientes productos cerámicos: arcilla cocida, loza italiana, gres cerámico fino y porcelana. Indica qué objeto está fabricado con cada material y qué ventajas e inconvenientes aporta la adopción de un tipo de cerámica frente a otro.
- 37> Indica cuál es el proceso de fabricación del yeso y la materia prima de la que procede.
- 38> Señala los pasos que seguirías, así como el orden en el que emplearías el cemento y sus derivados, si tuvieses que construir un canal por el que va a circular agua y que pasa por encima de un río.
- 39> Indica un ejemplo en el que se emplee hormigón pretensado, otro en el que se utilice hormigón armado y un tercero en el que se use hormigón normal.
- 40> ¿Para qué aplicaciones resultaría adecuado utilizar mortero de cemento (cemento con agua, sin ningún otro elemento adicional)?
- 41> Busca dos aplicaciones de la piedra artificial.
- 42> ¿Qué es el fibrocemento? ¿Por qué se añade amianto si es un material que puede producir enfermedades?

8.3. Espuma de titanio (TiFoam)

Fue creado en 2010 por un grupo de científicos del Fraunhofer Research Group y utilizado en implantes, sustituyendo a los antiguos de titanio.

Sus cualidades son:

- Gran flexibilidad.
- Ligereza.
- Elevada resistencia química y mecánica, lo que le confiere estabilidad dentro del organismo.
- Alta rigidez.
- Plenamente biocompatible, al presentar una estructura porosa y carecer de componentes tóxicos.

Todas estas cualidades lo hacen ideal para fabricar implantes, ya que permite, a través de sus poros, que los vasos sanguíneos y las células entren a formar parte del implante, igual que si se tratara de un hueso.

Es capaz de soportar elevadas cargas debido a su alta resistencia mecánica y, a la vez, permite el crecimiento interno del hueso. Gracias a este comportamiento, presenta otra gran ventaja: no es necesario reemplazarlo a lo largo del tiempo.

Otra utilidad que podría llegar a tener sería en el transporte marítimo, sustituyendo las pesadas placas de acero de los buques, aumentando su resistencia frente a eventuales choques y reduciendo su peso hasta en un 30%, lo que aumentaría la carga útil, se reduciría el número de viajes y, por lo tanto, disminuiría la emisión de gases contaminantes como el CO₂.

Se fabrica mediante la saturación de espuma de poliuretano con una solución de polvo de titanio. Estos dos materiales, convenientemente mezclados, se colocan entre dos láminas de acero y se aumenta su temperatura hasta los 650 °C; en estas condiciones, el titanio llega a vaporizarse y se adhiere a la matriz de poliuretano, con lo que se obtiene un enrejado que, posteriormente, es sometido a un tratamiento térmico para aumentar su dureza.

+ Más datos

El principal problema de la espuma de titanio aún radica en el proceso de fabricación, debido a que el titanio es muy reactivo con el oxígeno, el nitrógeno y el carbono a altas temperaturas, lo que aumenta su fragilidad.

8.4. Pegamento molecular

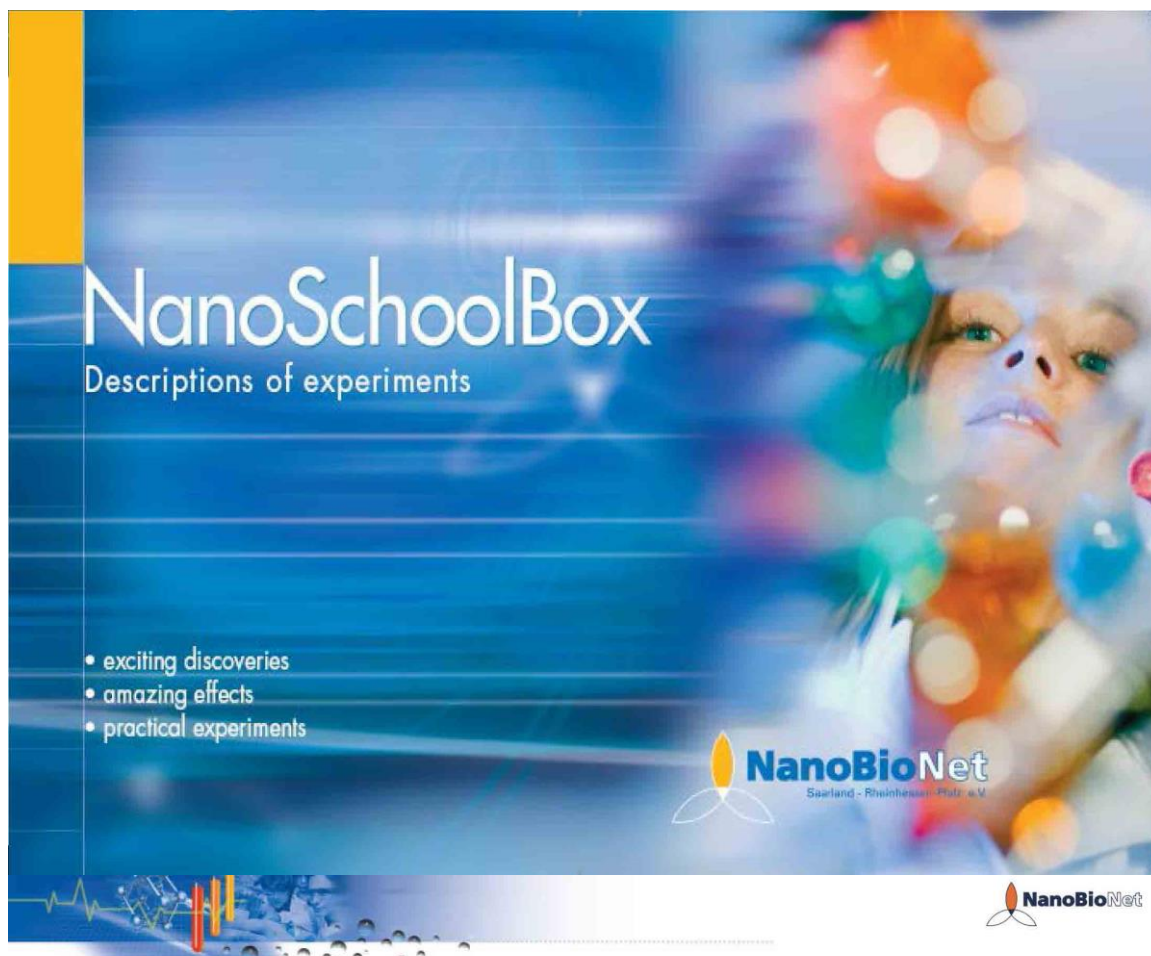
La utilidad de los pegamentos resulta indiscutible en la sociedad actual. Unos científicos de Oxford han descubierto un pegamento obtenido a partir de una proteína de la bacteria *Streptococcus pyogenes* que es capaz de unir objetos a nivel molecular formando enlaces covalentes muy fuertes.

El tiempo de unión es bastante pequeño —unos pocos minutos— y se realiza con independencia de la acidez y de la temperatura del entorno, ya que no le afectan. Su utilización va encaminada hacia el campo de la ingeniería y también podría favorecer avances en investigaciones a escala molecular.

Actividades

- 43> Investiga cómo se produjo el descubrimiento de cada uno de estos materiales.
- 44> ¿Cuál ha sido la principal aplicación del cristal líquido? Investiga a qué material ha sustituido.
- 45> ¿Qué materiales superabsorbentes industriales existen y se utilizan en la actualidad? ¿Cómo funcionan?
- 46> Investiga sobre la bacteria *Streptococcus pyogenes*.
- 47> ¿Cuáles son las ventajas de la espuma de titanio?
- 48> Averigua en qué consiste el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación.

Anexo 6: Descripción de los experimentos contenidos en el Kit Nano School Box.



What is nanotechnology?

The prefix 'nano' is derived from the Greek word 'nanos', which means 'dwarf' or 'dwarfish'.

One nanometer is equivalent to one billionth of a meter or one thousandth of a micrometer. It refers to the billionth part, i.e. $10^{-9} = 0.000000001$.

The ratio of 1 nm to 1 meter is like the ratio of a nut to the earth.



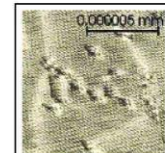
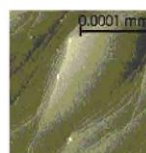
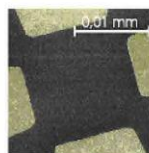
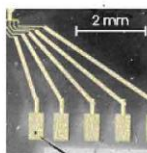
From vision to reality

1959: The first true visionary by today's standards in the field of nanotechnology in the literal sense is the American physicist and Nobel Prize winner **Richard Feynman**, titling his speech: ***There's Plenty of Room at the Bottom***

1981: A milestone in this field was the development of a **scanning tunnelling microscope** at the end of 1981, which, for the first time, made it possible to show isolated atoms and not just an entire collective of atoms.

Gerd Binnig and Heinrich Rohrer of the IBM research laboratory were awarded the Nobel Prize for physics in 1986 for the development of this device.

Seeing at the nanoscale

[illegible]

Pictures taken from a board with different microscopes

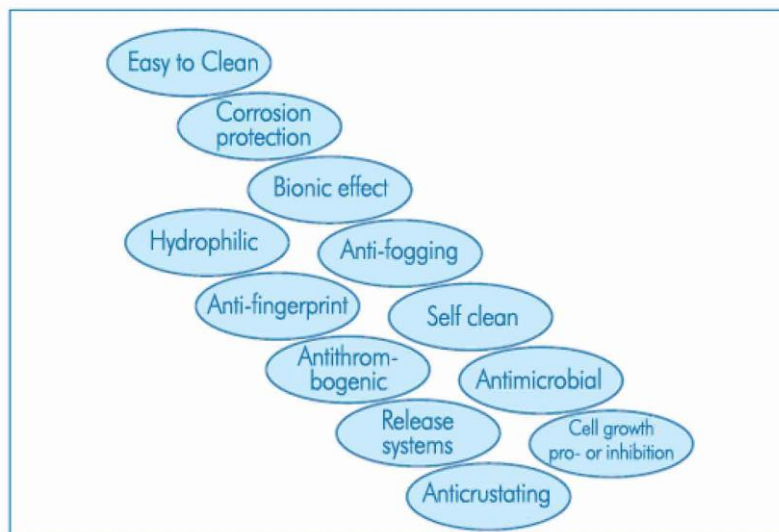


Fields of application for nanotechnology



www.nanobionet.de

Examples of effects in industrial applications





Chapter 1

From the lotus effect to the technical application of nanolayers



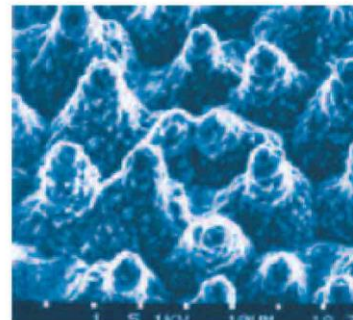
www.nanobionet.de

Lotus effect

In principle, water resistance is always related to a micro- or nanostructure of the surface.

The physical reason is the relationship of the interfacial surface tensions of water to air, of water to solid and of solid to air.

The respective conformation of the relationships to one another determines the contact angle of the drop to the solid.



Composition of a lotus leaf viewed under a scanning probe microscope



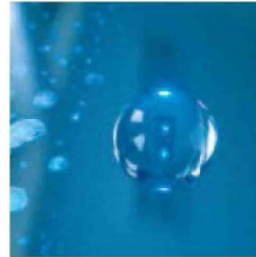
www.nanobionet.de



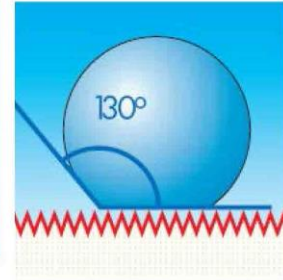
Contact angle

According to the physical definition, a surface is **hydrophilic** (water friendly) if the contact angle to the drop is **below 90 degrees**.

If it lies **above 90 degrees**, the surface is **hydrophobic** (water repellent, i.e. water resistant).



*Drops on a superhydrophobic surface
(photo: Nano-X GmbH, Saarbrücken)*



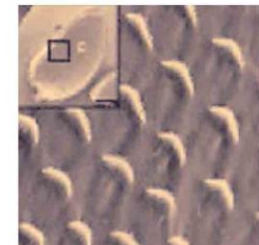
Contact angle of 130°



Surface of a dung beetle shield

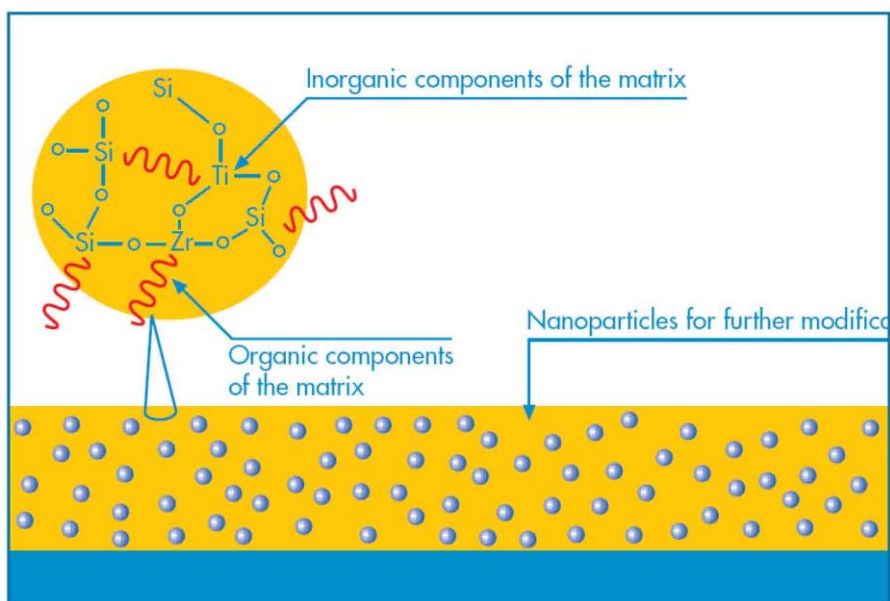
The surface of its shield is a perfect nanostructure, which is very similar to that of the lotus plant.

Together with a waxlike secretion, the dung beetle has created an **easy-to-clean surface** for itself, on which dirt and other microorganisms are not able to adhere.





Composition of nanocoating



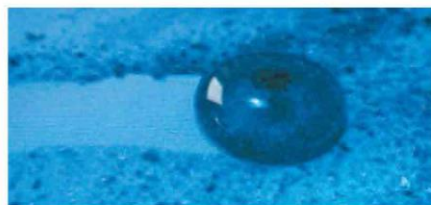
Experiment 1: The lotus effect

The hydrophilic pulp fibres of some of the leaf surfaces exercise adhesive forces on the water, which increase the greater their surface is.

For this reason, a drop of water spreads out over the surface to a greater or lesser degree.

The **lotus effect** is responsible for the surface of the leaf remaining clean for the most part.

The **hydrophilic clay particles** are absorbed by the drop because their adhesion to the leaf surface is lower than the adhesion to the water.



Cleaning effect of a self-cleaning surface;
photo: Nano-X GmbH, Saarbrücken



Experiment 2: Hydrophobic surfaces

The atoms of a drop of liquid interact with the atoms of a solid surface.

The forces of attraction between atoms ('van der Waals forces') cause a **reduction of the contact angle** and, subsequently, of the **interfacial surface tension**.



The fields of application of such coatings are chiefly on surfaces which are exposed to water (rain) but are not under constant mechanical strain (building materials for roofs, for cladding (façade) elements or masonry).

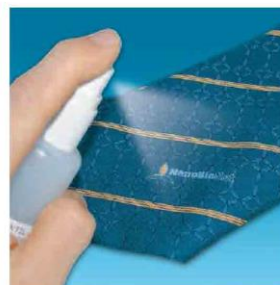


Experiment 3: Hydrophobic surface on textiles

The solution forms an almost invisible film -which is only a few nanometers thick - on the surface of the fibres.

The hydrophobic effect considerably reduces the speed of water penetrating the treated textiles or paper.

The coating is of particular interest for outdoor fabrics or textiles (awnings, umbrellas, etc.) which are constantly exposed to atmospheric conditions.



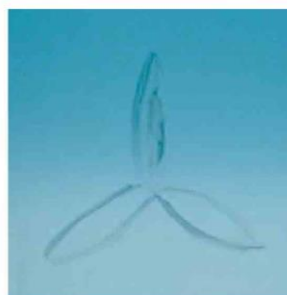
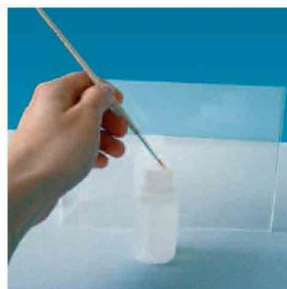


Experiment 4: Invisible ink for glass (anti-fog)

The solution forms a thin layer on the surface, which is so hydrophilic that it 'spreads out' the condensation from your breath to the maximum degree.

Only an extremely thin film of water molecules can 'adhere' to the glass surface. The film is not visible and does not prevent the light shining through.

The coated glass surface does not mist up (anti-fog effect).

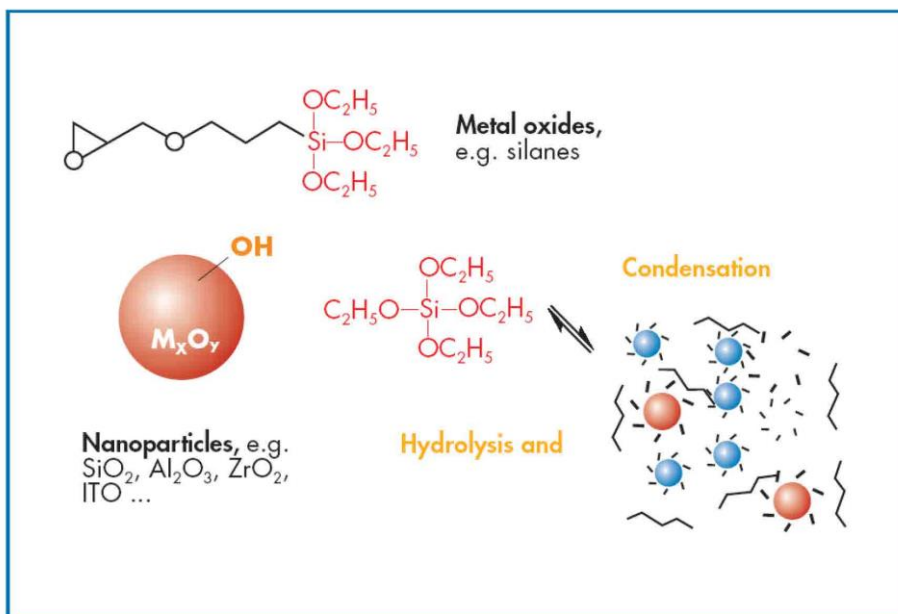


Chapter 2

Functionality through nanotechnology



Hydrolysis reaction



Experiment 5: Scratch-resistant coating of wood

In order to protect the patterns on MDF panels a transparent, 10- μm -thin protective coating was applied to one half, in which nanoparticles were integrated.

This gives the panels greater stability; even if the surface is rubbed with steel wool, it will not be scratched.





Experiment 6 : Nanocomposites for fire protection

In general, fire-protection nanocomposites consist of 3 components:

- Nanoscale particles from inorganic compounds
- A component which reacts with the nanoparticles through functional groups
- A solvent (water or organic solutions)



www.nanobionet.de

Experiment 6: Combustion

Redox reaction of a material with atmospheric oxygen, emitting heat, light and volatile substances.

Hydrocarbons decompose into CO_2 and H_2O when exposed to an excess of O_2 .

In simple terms: Fire is the combustion of gases which, in the process, release energy in the form of heat and light.



www.nanobionet.de



Experiment 6: Fire protection

When the solution is poured onto the paper and heated, the phosphate bonds chemically with the carbohydrate and converts to coal, but without burning in the process.

Inert gases emerge from exposure to the fire and the impregnated material is carbonated.

The flames do not spread to the coated material and there is no fire.

Fields of application

Walls, textiles or roof beams



Chapter 3

Use of titanium oxide in nanotechnology



Demo object 1: Hemisphere with flip-flop effect

Paints, which 'change' colour when viewed from a different angle demonstrate the so-called flip-flop effect.

This is brought about by the finest **titanium dioxide nanoparticles** (TiO_2). Their crystal sizes are between 3 and 5 nm.

Fields of application are the automobile industry, but also everyday items made of metal, latex or plastic.



Experiment 8: Photocatalysis with titanium dioxide

During photocatalysis a catalyst is stimulated by light, allowing the conversion of a substance.

Titanium dioxide can trigger such a process as there is a layer of labile electrons on its surface.

Photocatalysis can be used to remove germs or organic molecules (e.g. soot) by oxidation, so that the surface is cleaned and disinfected.





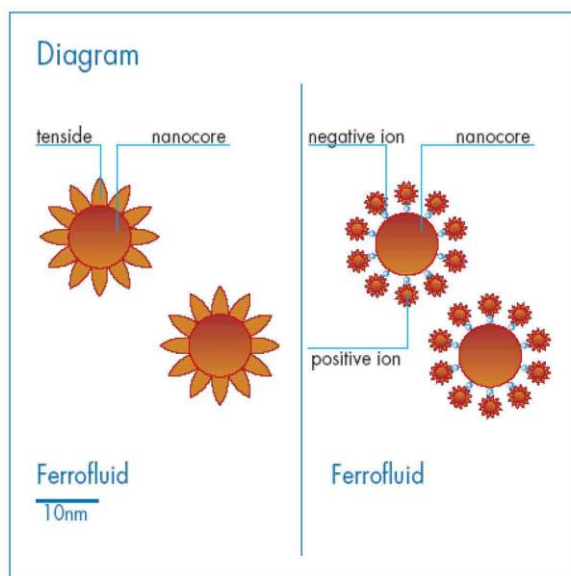
Chapter 4

Ferrofluids



www.nanobionet.de

Ferrofluids



www.nanobionet.de

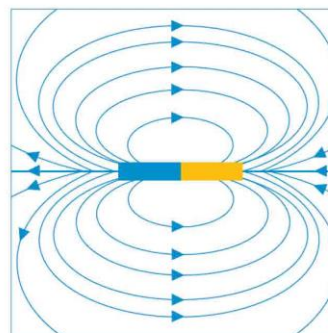


Experiment 9: The magnetic field

Magnetic field around a magnet pulling from the north to the south pole and forming closed circuits.

As the ferrofluid particles try to align themselves according to the magnetic field applied, a typical 'porcupine' is formed, the prickles representing the magnetic field lines.

Surface tension of the fluids and gravity counteract the magnetic field with the result that ordered structures are created in the liquid as a reaction to the three forces.



www.nanobionet.de

Experiment 10: Density separation with ferrofluid

Pressure is created by means of a magnetic field gradient with which substances with a higher density can be made to 'swim' or substances with different densities can be separated.

The magnet creates a force opposing gravity. The magnetite particles of the liquid are pulled to the magnet and, as a result, materials with a fairly low density begin to 'swim' on the ferrofluid.

This process is used, for example, in the automobile industry for recycling metals or for extracting gold and precious stones.



www.nanobionet.de



Chapter 5

Nanoscale gold colloids

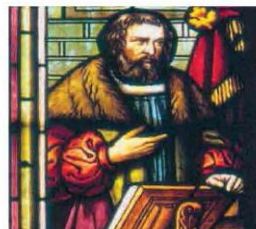


www.nanobionet.de

Nanoscale gold colloids

Colloid gold is a dispersion of gold nanoparticles, generally with a diameter of 12-18 nm. This type of particle is also known as a **gold cluster**.

The colour effect is caused by **surface plasmon resonance**. In this process the surface electrons of a metal are stimulated into oscillation by incident light, whereby only certain light wavelengths are absorbed.



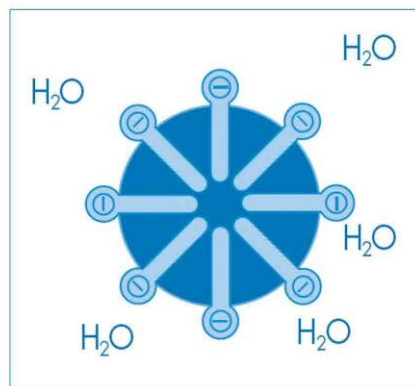
www.nanobionet.de



Cluster and colloids

A **cluster** is a collection of between 3 and 50,000 atoms. If clusters are spatially distributed in another physical medium, the entire system represents a **colloid**.

Micelles (from the Latin 'mica' meaning clusters), also known as association colloids, are aggregates (associates) formed by amphiphilic molecules or surface-active substances, which spontaneously form a cluster in a dispersion medium (usually water).



Micelle (Source: www.wikipedia.de)



Experiment 11: Tyndall effect

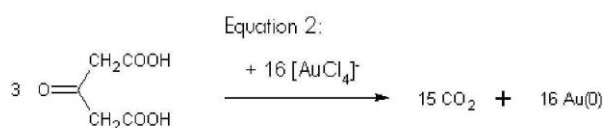
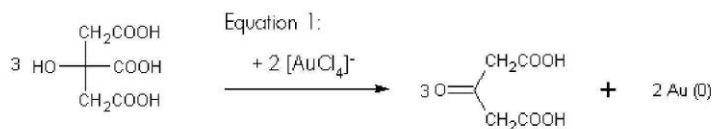
It is caused by the scattering of visible light (400--800 nm wavelengths) on suspended microscopically small particles, the diameter of which is in the order of magnitude of visible light.

Systems which demonstrate the Tyndall effect are known as colloids (from the Greek 'colla', meaning glue) and the particles in such a system are colloid or colloidal particles.





Experiment 12: Chemical equation



www.nanobionet.de

Experiment 12: Instruction

1. 0.5 ml (approx. 15 drops) of the auric chloride solution are added to 28 ml of distilled water.
2. The solution is then heated on the stirrer or hot plate.
3. At 100° C add 1.5 ml of citrate solution as quickly as possible, at the same time stirring vigorously. The red colouring of the solution intensifies until it becomes a deep red colour.
4. The gold colloids can be detected through the Tyndall effect. In order to do this, light is transmitted sideways through the solution with a laser pointer.



www.nanobionet.de



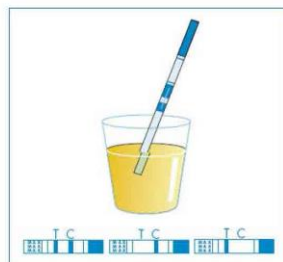
Demo object 2: Gold clusters in a pregnancy test

If you wet the tip of the test strip with urine, the colloid gold particles begin to dissolve in the liquid.

If the urine contains the hormone hCG, the latter will attach itself to the antibodies tagged with gold particles.

Research scientists use the light-absorbing property of gold particles to detect biomolecules. This allows antibodies to be tagged by coupling them with gold particles.

If you then shine a white light through them, the metal particles light up in colour.



Chapter 6

Memory effect

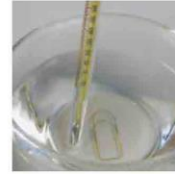


Memory metal

NITINOL is the name given to almost all stoichiometrically composed compounds made of nickel and titanium which demonstrate the so-called memory effect.

Memory metals are applied in the following fields:

- Medical technology (e.g. vascular implants, guide wires, needles, etc.)
- Astro- and aeronautics
- Dental technology (e.g. tooth brace: this eliminates the need for retainers)
- Automobile industry

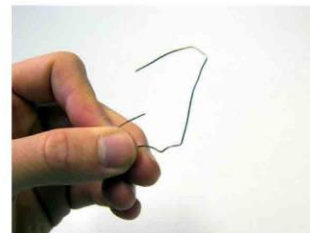


www.nanobionet.de

Experiment 13: Shape memory alloy (SMA)

The structural change of an SMA is dependent on a transformation of the crystal lattice of two different crystallographic structures.

A change in temperature or application of an external mechanical strain will result in a diffusion-free phase transformation between the low-temperature phase (**martensite**) and the high-temperature phase (**austenite**).



www.nanobionet.de



Chapter 7

From sand to chip



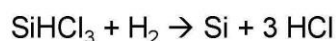
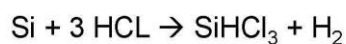
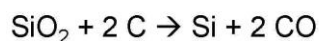
www.nanobionet.de

From sand to chip

Nowadays, 95 % of all semi-conductor components are made of silicon (Si).

At a rate of 28 %, Si is the second most abundant element found in the earth's crust. In nature, silicon is often present in compounds as silicate or often as silica sand (quartzite, SiO_2).

Raw silicon is obtained from silica sand by reducing carbon in the electric arc at a temperature of 2100 °C according to the following chemical equation:



Monocrystals production, Photo: Siltronic AG, München

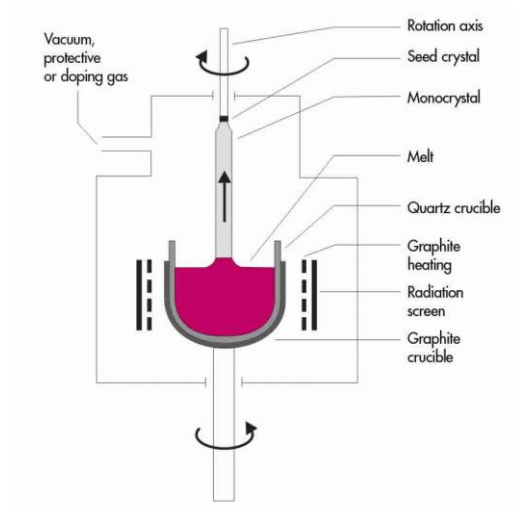
www.nanobionet.de



Crucible pulling method

Two processes are used to produce monocrystals from the polycrystalline Si.

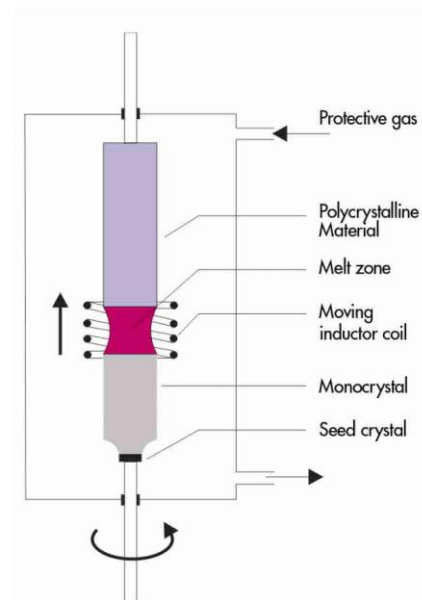
The crucible pulling method, whereby the polysilicon is melted in a silicon crucible (melting temperature of Si: 1413°C), a monocrystalline, so-called seed crystal is dipped into the melt and slowly (1-3 mm/min) pulled out of the melt, resulting in a cylindrically formed monocrystal.



Zone melting/refining

In the zone melting and refining process a small sector of the poly-Si rod is first heated inductively and melted in the vicinity of the seed crystal.

The melt zone is then slowly relocated and the solidifying sector assumes the shape of a monocrystal.





Wafer

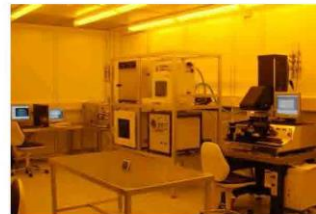
In order to produce Si wafers the monocrystalline rod is turned until the diameter required has been reached and then cut with a diamond keyhole saw or separation disk into slices.

Grinding, lapping, polishing, etching and a combination of these processes can be used to create a monocrystalline Si wafer with a perfect surface with parallel planes.

Chips are produced from the Si wafers using lithographic processes.



Wafer treatment in the cleanroom



Demo object 4: Rock crystal

Quartz is the stable phase (transformation) on the earth's surface of crystalline silicon dioxide.

Pure quartz is completely transparent and colourless and, if it develops well-defined crystals, is referred to as rock crystal





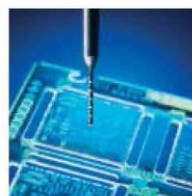
Demo object 5: Silicon wafer

Wafers are slices of semiconductor material on which electronic semiconductor components, also known as chips, are produced.

A **chip** consists of one or several integrated circuits which are connected with one another.

An **integrated circuit**, on the other hand, is the result of the interconnection of a large number of transistors, condensers, resistance and inductivity components.

In order to produce integrated circuits the electrical properties of Si are altered locally to a specific level by various lithographic processes.



Chapter 8

The smaller the particle, the
greater the effect ...





Lycopodium

Lycopodium (also known under the common names of wolfpaw, foxtail or club moss) is a plant and representative of the snake moss family. It belongs to the genus of cryptogams.

In the past, lycopodium spores (spores from lycopodium clavatum) were used for medicinal purposes to dry wounds (that is the reason why it also bears the name of witch's flour).

Lycopodium was first used as a medicinal remedy for such ailments as cystitis, gout or rheumatism.



Experiment 14: Spitting fire with small particles

Nowadays lycopodium spores are used in pyrotechnic products and also serve in criminal science to reveal finger-prints (in combination with other substances).

Lycopodium spores have an average diameter of $30\text{ }\mu\text{m}$ (i.e. $30,000\text{ nm}$).

Although this is nowhere near the size of nanoparticles, this 'nothingness' is enough to give a powerful demonstration of how quickly and effectively small particles can react.

